Vol. XXV Nr 3 1956

ACTA SOCIETATIS BOTANICORUM POLONIAE

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne



WARSZAWA 1956



TREŚĆ — SOMMAIRE

VOL. XXV, NR 3

ACTA SOCIETATIS BOTANICORUM POLONIAE

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne

Vol. XXV Nr 3



WARSZAWA 1956

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE
Warszawa 1, Krakowskie Przedmieście 79.

Nakład 1589 + 105	*Oddano do składu 21.IV.1956*
Ark. wyd. 14,65 druk. 11,5,	*Podpisano do druku 16.VIII.1956*
Papier ilustr. III kl. 80 g 70×100/16	*Druk ukończono w sierpniu 1956*
Cena zł 23.—	*Zam. 158 B-7-26632*

Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
VOL. XXV — Nr 3
1956

Badania składu chemicznego pyłku

I. Badania pyłku jako pokarmu pszczół

Investigations on the chemical composition of the pollen

I. *The study of the pollen as bee-food*

K. LUBLINER-MIANOWSKA

Dotychczasowe badania składu chemicznego pyłku podejmowane były z różnych przyczyn. Dla analizy pyłkowej osadów geologicznych ważny jest jedynie chemizm błon jako czynnik ich trwałości. Badanie pyłku jako przyczyny chorób alergicznych dotyczy niektórych, łatwo dyfundujących przez błony związków azotowych. Poszukiwanie tych związków w pyłku żyta jest treścią pracy Kammanna (1904); w pyłku amerykańskiego chwastu z rodzaju *Ambrosia* badali czynnik alergiczny Heyl (1917) i Koessler (1918), w pyłku kukurydzy Anderson i Kulp (1925), w pyłku traw Benjamins (1931), Gough (1951) i inni.

Zwrócenie uwagi na zawartość materiałów zapasowych w pyłku zawdzięczamy potrzebom pszczelarzy zainteresowanych składem chemicznym pierzgi, czyli tzw. „chleba pszczelego". Pod tym kątem widzenia v. Planta przeprowadził już w 1885 r. wszechstronną analizę chemiczną pyłku *Pinus silvestris* i *Corylus avellana,* nieco później Kressling (1891) zanalizował pyłek *Picea excelsa,* Stifft (1895) — *Beta vulgaris* var. *saccharifera* i Gillette (1900) — *Zea mays.* W tym okresie czasu pszczelarze poszukiwali gorliwie materiału, który mógłby być użyty jako namiastka pyłku zbieranego przez pszczoły na pokarm dla larw. Znalezienie takiej namiastki opierać się musiało na szczegółowej analizie chemicznej pierzgi. Do tegoż celu zmierzały również i analizy pyłku niektórych roślin egzotycznych, które przeprowadzili: Nishida (1935) u *Cycas revoluta,* Dutt i Gopala (1930) u *Saccharum officinarum,* Ridi i Aboul Wafa (1950) u *Phoenix dactylifera.* Jak widzimy, wszystkie wymienione powyżej rośliny, zarówno europejskie, jak i pozaeuropejskie, są to gatunki obficie pylące, które mogą z łatwością dostarczyć chemikowi dostatecznej ilości materiału do badań. Jeżeli porównamy teraz listę ga-

tunków zbadanych chemicznie z listą gatunków uważanych za pyłkodajne, okaże się, że analizy przeważnie dotyczą pyłku nie najchętniej zbieranego przez pszczoły (np. pyłek *Gymnospermae*). Pszczoły zbierają pyłek na ogół z wielu gatunków roślin. Według S y n g e g o (1947) jest takich roślin około 100. Jeżeli w danym regionie brak jest roślin pyłkodajnych, pszczoły biorą każdy dostępny pyłek, ale w przypadku obfitości pyłku dokonują pewnego wyboru, przenosząc jedne gatunki ponad inne. Nie mamy jednak naukowo stwierdzonych dowodów na to, czym kierują się pszczoły przy wyborze pyłku. S y n g e zwraca uwagę na mechanizm otwierania się kwiatów, ułatwiający pszczołom zbiór pyłku, oraz na stan pogody i temperatury wpływający na długość okresu kwitnienia. Czy skład chemiczny pyłku ma wpływ na wybór tych lub innych gatunków przez pszczoły, jest to kwestia otwarta, która stała się punktem wyjścia mojej pracy.

Najsłuszniej byłoby poddać analizie chemicznej te gatunki, o których wiadomo, że są najbardziej poszukiwane przez pszczoły, i porównać wyniki ze składem chemicznym pyłku gatunków omijanych przy zbiorze pierzgi. Taki plan pracy był jednak niewykonalny z dwu przyczyn: 1⁰ — badania statystyczne nad składem gatunkowym pierzgi nie są jeszcze u nas zrobione, nie wiemy zatem z pewnością, z jakich roślin pyłek jest najczęściej zbierany. Studia takie są dopiero zapoczątkowane dla okolic Lublina, a dla Pomorza nawet jeszcze nie zaczęte. 2⁰ — pyłek chętnie zbierany przez pszczoły nie zawsze należy do roślin wiatropylnych, z których można zebrać dowolną ilość materiału, a częściej są to rośliny owadopylne, skąpo pylące. Wobec tego na razie ograniczyłam się do przeprowadzenia analiz chemicznych tego materiału pyłkowego, który udało się zebrać, uważając to za pierwszą część postawionego sobie zadania. Rośliny, z których zbierałam pyłek, wymieniane są jednak przez pszczelarzy w spisach tzw. roślin pyłkodajnych. Pyłek zbierany był w Gdańsku w latach 1952—1954. Niezupełnie rozwinięte kwiatostany, pozostawione na gałązkach, ustawiano w pracowni w naczyniach z wodą. Po kilku godzinach rozwijające się pylniki pękały, a pyłek wysypywał się na podstawione czyste szalki szklane. Zebrany pyłek przesiewano jeszcze przez siatkę planktonową dla usunięcia grubszych zanieczyszczeń.

Poszczególne składniki pyłku oznaczano następującymi metodami [1]. 1) Wodę — metodą suszarkową 2) popiół — przez spalanie w piecu muflowym; 3) ekstrakt eterowy — w aparacie Soxhleta; 4) białko surowe — metodą Kjeldahla; 5) cukry — metodą Bertranda. Wyniki analiz przedstawione są w tabeli 1.

---

[1] Kolegom z Politechniki Gdańskiej: inż. mgrowi A. K w i a t k o w s k i e m u i inż. A. R a d e c k i e m u wyrażam w tym miejscu serdeczne podziękowanie za przeprowadzenie analiz chemicznych.

Tabela 1
Analizy chemiczne pyłku
(Chemical analyses of pollen)

Lp.	Nazwa rośliny The name of plant	% wody water	% popiołu ash	% ekstr. eter. aether extract	% białka protein	% cukrów sugars	
						red. reduc.	nie red. non red.
1	*Acer negundo*	19,50	5,02	7,50	40,70	13,40	7,40
2	*Alnus incana*	2,90	3,10	9,00	24,10	5,80	
3	*Betula verrucosa*	8,21	2,94	8,70	28,25	13,40	
4	*Cannabis sativa*	6,40	7,22	14,10	32,50	29,00	
5	*Carpinus betulus*	8,00	5,52	1,70	21,70	10,34	7,16
6	*Corylus avellana*	9,40	3,44	6,00	23,00	10,80	
7	*Corylus colurna*	5,31	3,80	5,90	32,80		
8	*Fraxinus excelsior*	10,30	0,27	11,18	28,60		
9	*Larix europaea*	9,50	2,91	3,56	23,30	13,00	9,00
10	*Papaver orientale*	10,30	3,33		40,80	8,80	19,30
11	*Papaver Rhoeas*	10,20	6,20	15,00	39,00	1,42	0,22
12	*Pinus silvestris*	7,10	3,06	3,80	16,40	6,42	
13	*Populus alba*	4,50	9,32	13,20	32,30	4,90	
14	*Quercus rubra*	6,98	4,00	1,90	40,80	7,10	1,50
15	*Quercus sessiliflora*	7,70	4,02	4,45	21,90	14,16	9,00
16	*Sambucus nigra*	12,40	3,39	21,00	42,20	4,00	8,00
17	*Ulmus montana*	4,70	3,95	9,85	12,90	15,70	

Braki niektórych danych w powyższej tabeli są wynikiem niedostatecznej ilości rozporządzalnego materiału. W wypadkach, kiedy ilość zebranego pyłku wystarczała na przeprowadzenie jednej tylko analizy, oznaczany był procent białka surowego, ponieważ pyłek zużywany jest przez pszczoły jako pokarm białkowy. Wyniki podaję poniżej, w tabeli 2 — łącznie z danymi o zawartości białka w pyłku według badań poprzedników.

Dane o wartości pokarmowej pyłku i jego poszczególnych składników znajdujemy w pracach z zakresu biologii pszczół. Svoboda (1940) badając oddziaływanie pyłku *Corylus* i *Pinus silvestris* na rozwój młodych pszczół stwierdził, że tylko pierwszy z nich pobudzał do rozwoju gruczoły mleczne. Autor przypisuje to zjawisko znacznie większej zawartości dających się strawić białek w pyłku leszczyny. Wyczerpującą rozprawę o potrzebach pokarmowych pszczół ogłosił de Groot (1953). Z licznych jego doświadczeń przeprowadzanych na pszczołach hodowanych w zamknięciu i karmionych pokarmem o ściśle określonym składzie chemicznym okazało się, że pokarm białkowy niezbędny jest nie tylko dla młodych pszczół, które produkują papkę pokarmową dla larw, lecz także potrzebny jest i star-

Tabela 2

Zawartość białka w pyłku — (Protein content of pollen)

Lp.	Nazwa rośliny (The name of plant)	% białka protein %	autor author	Lp.	Nazwa rośliny (The name of plant)	% białka protein %	autor author
1	*Abies cephalonica*	20,61	S.B.	51	*Eucalyptus globulus*	26,22	T.B.
2	*Abies numidica*	26,25	S.B.	(*)52	*Fagus silvatica*	20,50	L.M.
3	*Acanthus mollis*	41,80	S.B.	(*)53	*Fraxinus excelsior*	28,60	L.M.
4	*Acer negundo*	40,70	L.M.	54	*Gingko biloba*	28,75	S.B.
5	*Aconitum napellus*	41,25	S.B.	55	*Helianthus annuus*	25,50	L.M.
(*) 6	*Aesculus Hippocastanum*	10,90	E.	56	*Hyacinthus orientalis*	41,25	S.B.
(*) 7	*Alnus glutinosa*	23,44	E.G.	57	*Hypericum perforatum*	26,90	S.B.
8	*Alnus incana*	24,10	L.M.	58	*Juglans nigra*	23,15	T.B.
9	*Alnus viridis*	30,47	L.	59	*Juglans regia*	23,20	Sv.
10	*Althaea rosea*	16,20	L.M.	60	*Lappa minor*	28,29	L.M.
11	*Ambrosia arthemisiaefolia*	24,40	H.	61	*Larix europaea*	23,30	L.M.
12	*Anemone canadensis*	30,62	S.B.	62	*Lilium martagon*	28,40	L.M.
13	*Anemone coronaria*	35,62	S.B.	63	*Lobelia fulgens*	56,10	L.
14	*Anemone rupestris*	26,25	S.B.	64	*Myrica Gale*	14,10	L.M.
15	*Anthriscus silvestris*	13,82	E.	65	*Narcissus poeticus*	45,37	L.
16	*Aquilegia chrysantha*	45,00	S.B.	66	*Narcissus Tazetta*	42,50	S.B.
17	*Aquilegia vulgaris*	42,50	S.B.	67	*Olea europaea*	16,71	T.B.
18	*Araucaria Bidwilli*	14,37	S.B.	68	*Paeonia sinensis*	22,50	L.M.
19	*Asparagus officinalis*	25,60	T.B.	69	*Papaver bracteatum*	42,50	S.B.
20	*Beta vulgaris*	16,90	St.	70	*Papaver orientale*	40,80	L.M.
21	*Betula sp.*	21,90	Sv.	(*)71	*Papaver Rhoeas*	39,00	L.M.
22	*Betula lenta*	29,42	L.	72	*Phoenix dactylifera*	23,00	R.W.
23	*Betula pubescens*	24,06	E.	73	*Picea excelsa*	15,72	E.
24	*Betula verrucosa*	28,25	L.M.	74	*Pinus Banksiana*	21,25	S.B.
25	*Brassica campestris*	25,29	T.B.	75	*Pinus canariensis*	11,87	S.B.
*26	*Brassica nigra*	21,74	T.B.	76	*Pinus contorta*	7,02	T.B.
27	*Brassica scaber*	22,41	T.B.	77	*Pinus radicata*	13,45	T.B.

28	*Buxus sempervirens*	36,61	L.
29	*Calandrina sp.*	16,75	T.B.
*30	*Campanula sp.*	19,50	E.
31	*Cannabis sativa*	32,50	L. M.
32	*Carex acuta*	21,88	L.
33	*Carpinus betulus*	21,70	L.M.
34	*Ceanothus sp.*	26,08	T.B.
35	*Chamaebatis foliosa*	23,36	T.B.
36	*Clematis recta*	33,02	S.B.
37	*Centaurea solsticialis*	21,19	T.B.
*38	*Corylus avellana*	23,00	L.M.
39	*Corylus colurna*	24,20	L.M.
40	*Cosmea bipinnata*	22,90	L.M.
41	*Cucumis sativus*	22,07	D.
42	*Cucurbita maxima*	36,25	S.B.
43	*Cupressus sp.*	8,67	Ch.
44	*Cycas revoluta*	32,00	N.
45	*Cynodon dactylon*	20,44	T.B.
46	*Dahlia variabilis*	32,70	L.M.
47	*Delphinium formosum*	45,00	S.B.
48	*Digitalis lutea*	30,62	S.B.
49	*Digitalis purpurea*	43,12	S.B.
50	*Digitalis purpurea × lutea*	16,87	S.B.

* Gatunki z których najczęściej zbierany jest pyłek.

1. Skróty nazwisk oznaczają:
Ch. — Church A. H. (1875), D. — Dutscher R. A. (1918), D. G. — Dutt N. I. i Gopala A. (1930), E. — Elser E. (1928), E. G. — Elser E. i Ganzmüller J. (1931), H. — Heyl W. F. (1917), K. — Kammann A. (1904), L. — Lidforss G. (1899), L. M. — Lubliner-Mianowska K. (1956), N. — Nishida K. (1935), P. — von Planta A. (1885—86), R. W. — Ridi M. S. i Aboul Wafa M. H. (1950), S. B. — Sosa Bourdouil C. (1937, 1938, 1949), St. — Stifft A. (1896), Sv. — Svoboda J. (1940), T. B. — Todd F. E. i Bretheric O. (1942), V. P. — Vivino A. E. i Palmer I. S. (1944)

78	*Pinus sabiniana*	11,36	T.B.
79	*Pinus silvestris*	16,56	P.
80	*Plantago lanceolata*	22,69	L.
*81	*Populus alba*	32,80	L.M.
82	*Prunus persica*	26,84	T.B.
83	*Quercus Kellogi*	19,13	T.B.
84	*Quercus rubra*	40,80	L.M.
85	*Quercus sessiliflora*	21,90	L.M.
86	*Ranunculus acer*	20,60	L.M.
87	*Ranunculus bulbosus*	26,88	S.B.
88	*Ranunculus Ficaria*	28,75	S.B.
68	*Ricinus communis*	43,60	L.
90	*Rosa rugosa*	20,40	L.M.
91	*Saccharum officinarum*	16,66	D.G.
*92	*Salix sp.**	15,38	T.B.
93	*Salix sp.*	51,20	Sv.
94	*Salix alba*	44,11	L.
95	*Salix babylonica*	29,90	L.M.
96	*Salix nigra*	22,33	T.B.
67	*Sambucus nigra*	42,20	L.M.
98	*Secale cereale*	40,00	K.
99	*Sylibum marianum*	19,97	T.B.
*100	*Taraxacum officinale*	10,90	E.
101	*Taxus baccata*	10,62	S.B.
102	*Thalictrum glaucum*	28,75	S.B.
103	*Thalictrum isopyroides*	30,00	S.B.
*104	*Trifolium sp.*	21,99	V.B.
*105	*Trifolium repens*	23,71	T.B.
106	*Typha latifolia*	18,83	T.B.
*107	*Ulmus montana*	12,90	L.M.
*108	*Zea mays*	20,32	T.B.

* *Salix* sp. cytuję dwukrotnie, wg różnych autorów, ponieważ dane dotyczą niewątpliwie różnych gatunków.

szym pszczołom dla utrzymania normalnego metabolizmu białkowego. Od ilości zużytego białka zależna jest długość życia owadów. Pszczoły spożywające zimą własne zapasy miodu znajdują minimum potrzebnego im białka w pyłku zawartym w miodzie. W przeciwieństwie do wyników de Groota utrzymywał się dotąd wśród hodowców pogląd, że dorosła pszczoła zużywa pokarm białkowy wyłącznie dla przygotowania pożywienia dla larw na pierwsze dwa dni ich życia (por. Parker 1921).

A. Maurizio (1954) badała wpływ pokarmu pyłkowego na długość życia pszczół oraz na ich stan fizjologiczny, przy czym brała pod uwagę rozwój ciała tłuszczowego, gruczołów mlecznych, niekiedy i jajników. Na podstawie swoich doświadczeń autorka podzieliła badany pyłek na trzy grupy: pyłek fizjologicznie źle działający, średnio działający i dobrze działający.

Grupa 1 *działanie złe*		Grupa 2 *działanie średnio dobre*		Grupa 3 *działanie bardzo dobre*	
Abies alba	H	*Acer pseudoplatanus*	B	*Betula* sp.	B
Alnus glutinosa	H	*Buxus sempervirens*	B	*Calluna vulgaris*	B
Betula sp.	H	*Carex* sp.	B	*Castanea sativa*	B
Carpinus betulus	H	*Fagus silvatica*	B	*Crocus albiflorus*	B
Cedrus Libani	H	*Helianthemum sp.*	B	*Gramineae*	B
Corylus avellana	H	*Polygonum Bistorta*	B	*Papaver Rhoeas*	B
Picea excelsa	H	*Populus* sp.	B	*Pirus* sp.	B
Pinus cembra	H	*Taraxacum officinale*	B	*Plantago* sp.	B
Pinus montana	B i H	*Ulmus* sp.	B	*Salix* sp.	B
Pinus silvestris	H	*Zea mays*	H	*Trifolium pratense*	B
Populus tremula	H			*Trifolium repens*	B
Pseudotsuga taxif.	H			*Zea mays*	B
Uredosporen	B				

H — pyłek zbierany ręcznie, B — pyłek zbierany przez pszczoły.

W grupie pierwszej jest pyłek wszystkich wypróbowanych na pszczołach gatunków iglastych. Wiemy, że pyłek iglastych zawiera stosunkowo niewiele białek, natomiast znaczną część jego suchej masy stanowi bezużyteczne celuloza i sporopollenina. W tej samej grupie znajduje się jednak i pyłek *Betula, Alnus, Corylus* i *Carpinus,* a gatunki te, jak widać z tabeli 2, odznaczają się wyższym procentem białek w pyłku. W grupie najbardziej czynnego fizjologicznie pyłku — *Papaver* ma duży procent białka, ale np. *Trifolium, Plantago* lub *Zea mays* z tej samej grupy nie zawierają białka więcej niż pyłek *Corylus* i *Carpinus* z grupy źle działającej. Dowodziłoby to, że znaczenie fizjologiczne pokarmu pyłkowego uzależnione jest od innych jeszcze składników. Ciekawe jest, że pyłek dostarczany pszczołom ze zbioru ręcznego ma słabsze działanie niż pyłek zbierany przez pszczoły. Autorka przypuszcza, że już podczas ubijania pyłku w obnóżki zachodzą

w nim pewne zmiany, podnoszące jego wartość pokarmową; zmiany te nie są nam dotąd znane.

Jak wspomniałam wyżej, nie mamy danych statystycznych, dotyczących najważniejszych roślin pyłkodajnych Polski, trzeba więc zaczerpnąć wiadomości z badań obcych. W tabeli 2 zaznaczone są znakiem (*) te gatunki, z których najczęściej zbierany jest pyłek w Szwajcarii, według badań Maurizio (1949 i 1953), w Anglii według danych Synge (1947) i we Francji wg Louveaux (1954). Z porównania tej listy gatunków z grupami pyłku wyodrębnionymi przez Maurizio (1954) okazuje się, że pyłek najczęściej zbierany należy w większości do grup dobrze lub średnio działających na rozwój poszczół. Pod względem zawartości białka gatunki pyłku najczęściej zbieranego wykazują znaczne różnice: od 10 do 39%.

Można by zadać pytanie, czy obok białka stanowiącego właściwy pokarm minimalne ilości witamin stwierdzone w pyłku nie mają wpływu na to, czy dany pyłek jest poszukiwany przez pszczoły. Przypuszczenie to wyraziłam w stosunku do karotenoidów w poprzednim przyczynku z zakresu chemizmu pyłku (Lubliner-Mianowska, 1955). Kocher (1942), który znalazł znaczne ilości aneuryny w świeżym pyłku, również wyraża pogląd, że zawartość witamin wpływa na wybór pyłku przez pszczoły. Synge (1947) stwierdził doświadczalnie, że pyłek białej koniczyny zbierany jest chętniej niż pyłek koniczyny czerwonej, esparcety, gorczycy i maku. W doświadczeniach tych pyłek podawany był pszczołom z bliska w naczyńkach szklanych, co wyeliminowało wpływ takich czynników, jak budowa kwiatów, pora ich otwierania się, pogoda itp.

Pyłek białej koniczyny zawiera 23,71% białka surowego, 3,4% ekstraktu eterowego, 21,42% cukrów redukujących, 4,15% cukrów nie redukujących, 1,32% skrobii, 3,14% popiołu (Todd i Bretheric, 1942). O zawartości witamin w pyłku *Trifolium repens* brak jest danych bezpośrednich. Możemy jednak odnieść i do tego gatunku witaminy znalezione przez Weyganda i Hoffmana (1947) w pyłku nieoznaczonych bliżej koniczyn (karoten, kwas nikotynowy, kwas pantotenowy, kwas foliowy, tiamina, ryboflawina).

Wpływ witamin na długość życia i stan fizjologiczny świeżo wylęgłych pszczół badała doświadczalnie A. Maurizio (1954). W wyniku jej doświadczeń okazało się, że dodatek aneuryny, aderminy lub kwasu pantotenowego do cukrowo-białkowej diety pszczół nie wywołuje przedłużenia życia ani poprawy stanu fizjologicznego owadów. Czy jednak zawartość witamin w pyłku jest obojętna również i dla rozwoju czerwia, pozostaje do zbadania, gdyż doświadczenia Maurizio informują o wartości pokarmowej pyłku tylko dla pszczół dorosłych.

Obraz przeciętnego składu chemicznego pyłku dać może analiza mieszaniny pyłku, jaką jest wydobyta z plastrów pierzga, albo średnia

wyprowadzona z wielu analiz różnych gatunków pyłku. Analizę pierzgi podają Eckert i Ganzmüller (1929). Zawiera ona: wody 20,1%, popiołu 3,3%, ekstraktu eterowego 3,5%, białka surowego — 19,31%, substancji bezazotowych 53,8%. Wyniki średnie podaję poniżej dla każdego ze składników pyłku, porównując zarazem wyniki własne z danymi autorów amerykańskich Todda i Bretherica (1942), którym zawdzięczamy zanalizowanie 32 prób pyłku.

W sprawie poszczególnych pozycji tabeli 1 nasuwają się jeszcze następujące uwagi:

1. Woda w świeżym pyłku znajduje się w ilości od kilku do kilkunastu procent (średnio 8,43%, wg Todda i Bretherica 11,16%). Ilość wody w pyłku zależy w znacznej mierze od stanu pogody w dniu zbioru. Oznaczanie wody w pyłku można przeprowadzać metodą suszarkową, z tym jednak zastrzeżeniem, żeby nie stosować temperatury wyższej niż 40°C. Pewniejsze wyniki daje powolne suszenie w eksykatorze. Z powodu dużej hygroskopijności suchego pyłku należy zawsze ważyć go w naczyniach zamkniętych.

2. Popiół stanowi zaledwo kilka procent suchej masy pyłku (średnio 4,35%, wg Todda i Bretherica 2,7%). Na podwyższenie procentu popiołu mogą wpływać drobne, a nie dające się odsiać zanieczyszczenia (pył).

3. Ekstrakt eterowy jest mieszaniną różnych związków, o przewadze tłuszczów. Zawiera on poza tym woski, olejki eteryczne, żywice, gumy oraz rozpuszczalne w tłuszczach witaminy i barwniki. Ekstrakt eterowy należy do najsłabiej dotąd poznanych składników pyłku. (Średni procent ekstraktu wynosi 8,55%, wg Todda i Bretherica 4,96%).

4. Cukry. W większości prac podających skład chemiczny pyłku znajdujemy tylko globalne oznaczenie cukrów redukujących i nie redukujących. Szczegółowszą analizę chromatograficzną wyciągu z pyłku kilku roślin przeprowadzili Weygand i Hoffman (1947). Znaleźli oni fruktozę i glukozę w pyłku *Aesculus Pavia, Brassica napus, Crataegus, Ranunculaceae, Trifolium pratense* oraz w pyłku drzew owocowych, stwierdzili także zupełny brak cukrów w pyłku *Taraxacum officinale*. Laktozę i ramnozę obok fruktozy i glukozy notują dla pyłku *Forsythia suspensa* Kuhn i Löv (1949). Cukry redukujące występują w pyłku w ilości od 10 do kilkunastu procent. Najwyższą ich zawartość znaleziono w pyłku *Cannabis sativa* (29%), najniższą u *Papaver Rhoeas* (1,42%). Sacharoza nie zawsze występuje w pyłku: Weygand i Hoffman nie znaleźli jej wcale, Elser i Ganzmüller (1931) podają dla pyłku *Pinus silvestris* 5,82% sacharozy, dla pyłku *Corylus avellana* 3,95%. Dokładna analiza zawartych w pyłku cukrów, wykrycie tych, które występują w ułamkach procentów, osiągalne są jedynie przy zastosowaniu metody chromatograficznej ze względu na drobne ilości materiału, jakim zwykle rozporządzamy.

5. Białko surowe (N x 6,25) oznaczono dotąd w pyłku znacznie większej liczby gatunków niż zawartość innych składników (Tabela 2). Wynika to stąd, że obok prac podających zawartość wszystkich głównych składników pyłku, jak cytowana już praca Todda i Brethérica, prace Elsera (1928), Elsera i Ganzmüllera (1931), Vivino i Palmera (1944) — procent azotu w pyłku 11 gatunków podaje Lidforss (1899), a w pyłku 21 gatunków — Sosa-Bourdouil (1949). Łącznie z wynikami moich analiz procent surowego białka znany nam jest dla pyłku 108 rodzajów lub gatunków roślin. Na podstawie tak znacznej liczby analiz można już stwierdzić, jakie ilości surowego białka występują w pyłku najczęściej.

Tabela 3

Średnie procenty białka surowego w pyłku
(Average content of crude protein in pollen)

Poniżej 10%	białka	— średnio	7,84%	znaleziono	w 2 gatunkach
od 10 do 20%	„	„	15,19%	„	w 23 „
od 20 do 30%	„	„	24,20%	„	w 51 „
od 30 do 40%	„	„	33,20%	„	w 13 „
od 40 do 50%	„	„	42,50%	„	w 17 „
powyżej 50%	„	„	53,65%	„	w 2 „
				Razem	108 „

Rozpatrzenie poszczególnych pozycji tabeli 1 nasuwa pytanie: Jak dalece zawartość poszczególnych składników pyłku jest wykładnikiem swoistej dla danego gatunku przemiany materii, a w jakim stopniu jest wynikiem czynników klimatycznych, dojrzałości pyłku, warunków zbioru, techniki przygotowania materiałów do analiz itd.

Porównanie wyników analiz dla jednego gatunku, przeprowadzonych przez różnych autorów, wykazuje nieraz duże rozbieżności. Nie wiemy jednak, czy przypisać je różnicom klimatycznym, czy też innym czynnikom. Porównanie składu chemicznego pyłku dla kilku gatunków obficie pylących drzew, jak: *Pinus, Corylus, Alnus, Betula* — zebranego z kilku odległych od siebie regionów Polski, pozwoliłoby wykryć różnice spowodowane położeniem geograficznym. Z dotychczasowych studiów nad chemizmem pyłku wnoszę, że charakterystyka jego składu chemicznego odnosi się do roślin pochodzących z określonego terytorium, czego dotyczyć będą dalsze moje badania.

STRESZCZENIE

Praca zawiera wyniki badania pyłku jako pokarmu pszczelego. Przeprowadzono analizę chemiczną pyłku 17 gatunków roślin, oznaczając % wody, popiołu, ekstraktu eterowego, białka surowego, cukrów redukujących i nie redukujących. Wyniki zestawiono w tabeli 1. W 13 gatunkach pyłku oznaczono % białka surowego, co podane jest w tabeli 2, łącznie z wynikami analiz na zawartość białka przeprowadzonymi poprzednio przez innych autorów.

Na podstawie prac Svobody, de Groota i Maurizio przedyskutowano wartość pokarmową pyłku dla pszczół. Zestawiono z wykazem zawartości białka w pyłku listę gatunków o najlepszym działaniu fizjologicznym oraz listę gatunków najczęściej zbieranych. Okazuje się, że ani wartość fizjologiczna pyłku, ani stopień jego pożyteczności dla pszczół nie stoją w prostej zależności od zawartości białka. Scharakteryzowano poszczególne pozycje tabeli 1 podając średnie zawartości składników pyłku wg autorki, w porównaniu ze średnimi danymi autorów amerykańskich (Todd i Bretheric). W tabeli 3 zestawiono średnie procenty białka surowego w pyłku i stwierdzono, że najczęściej spotyka się pyłek o zawartości od 20 do 30% białka.

Katedra Botaniki
Politechniki Gdańskiej

(Wpłynęło dn. 11.I.1956 r.)

SUMMARY

This paper contains the results of investigations of pollen as bee-food. The pollen of 17 species of plants has been examined for the contents of water, ash, crude protein, aether extract and reducing and non-reducing sugars (Table 1). The pollen of 13 species of plants has been examined for the contents of crude protein exclusively, what is presented in the table 2, together with the results of former investigations.

Basing upon works of Svoboda, de Groot and Maurizio the value of pollen as bee-food was discussed. The pollen showing the best physiological activity for bees, and the pollen most frequently bee-collected are compared with their protein contents. It is stated, that neither physiological value of pollen, nor the degree of usefulness are bound directly with the protein contents.

The items of the table 1 are discussed and the average percentages of different pollen constituents are compared with the same results of American authors (Todd and Bretheric). The table 3 shows average percentages off crude protein in pollen. The pollen containing 20—30% of crude protein appeared most frequently.

LITERATURA

Anderson R. J. and Kulp W. I., 1922, Journ. Biol. Chem., 50.
Benjamins C. H., 1931, Zeitschr. Immunit., 72.
Church A. H., 1875, Journ. Bot., 13: 169.
Dutt N. I. and Gopala A., 1930, Agric. Journ. India, 25.
Dutscher R. A., 1918, Americ. Bee Journ., 58.
Eckert A. und Ganzmüller J., 1929, Chem. Zeitung, 53.
Elser E., 1928, Techn. Ind. Schw. Chem. Ztg.
Elser E., und Ganzmüller J., 1931, Hoppe-Seylers Ztschr. f. Phys. Chemie, 19, 4.
Gillette P. C., 1900, Colorado Agr. Exp. St. Bull., 54.
Gough G. A., 1932, Biochem. Journ., 26.
Groot de A. P., 1953, Physiol. Comparata et Oecol., 3 (2—3).
Heyl F. W., 1917, Amer. Chem. Soc. Journ., 39.
Kammann O., 1904, Beitr. z. Chem. Phys. u. Path., 5.
Kocher V., 1944, Beih. z. Schweiz. Bienen-Zeitg., 1 (4).
Koessler J. H., 1918, Journ. Biol. Chem., 35.
Kressling K., 1891, Archiv. d. Pharm., 229.
Kuhn R. and Löv I., 1949, Chem. Ber., 82.
Lidforss B., 1899, Jahrb. f. wiss. Bot., 33.
Louveaux J., 1954, XV-th Intern. Beekeeping Congress. Copenhagen.
Lubliner-Mianowska K., 1955, Acta Soc. Bot. Pol., 24 (3): 609—618.
Maurizio A. und Kollmann H., 1949, Beih, z. Schw. Bienen-Zeit. 2 (18).
Maurizio A., 1953, Beih. z. Schweiz. Bienen-Zeit., 2: 20.
Maurizio A., 1954, Landwirtsch. Jahrb. d. Schweiz, 68 (2): 115—182.
Nishida K., 1935, Bull. Agric. Chem. Soc., 11.
Parker R. I., 1926, Cornell Univ. Mem., 98.
Planta von A., 1885/86, Landwirtsch. Vers. St., 31 i 32.
Ridi M. S. and Aboul Wafa M. H., 1950, Journ. Roy. Egypt. Med. Ass.
Sosa-Bourdouil C., 1937, Compt. Rend. Hebdom. Ac. d. Sc., 205.
Sosa-Bourdouil C., 1938, Compt. Rend. Hebdom. Ac. d. Sc., 206.
Sosa-Bourdouil C., 1938, Bull. de la Soc. Bot. de France, 85.
Sosa-Bourdouil C., 1949, Bull. Soc. Chim. Biol., 31.
Stifft A., 1901, Oesterr. Ung. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landwirt. 30.
Svoboda J., 1940, Schweiz. Bienenztg., 76.
Synge A. D., 1947, The Journ. of Animal Ecology, 16.
Todd F. E. and Bretheric O., 1942, Journ. Econ. Entomol., 35.
Vivino A. E. and Palmer I. S., 1944, Archiv Biochem., 4.
Weygand F. and Hoffman H., 1950, Chem. Ber., 83.

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
VOL. XXV — Nr 3
1956

Torfowisko Wysokie Gorbacz

Część II. Badania chemiczne i biochemiczne

The peat-bog Gorbacz. Part II. Chemical and biochemical investigations

T. BASZYŃSKI, W. SŁAWIŃSKI,
I. ZAWADZKA, K. ZAWADZKI

W części I niniejszej pracy pt. „Torfowisko Wysokie Gorbacz" (Acta Soc. Bot. Pol. Vol. XXIII, 4, 1954), omawiane były głównie zagadnienia botaniczne, analizy gytii podtorfowej i jeziorowej oraz pochodzenie torfowiska.

W części niniejszej podano wyniki dotyczące badań chemicznych i biochemicznych torfów z Gorbacza, mając na względzie dokładne ich opracowanie oraz zbadanie wartości wymienionych złóż torfowych pod względem leczniczym, czyli możliwości stosowania torfów w postaci peloidów.

Peloidami według definicji H a d a č a (1953) nazywamy pokłady powstałe w przyrodzie w wyniku geologicznych procesów, które w stanie rozdrobnionym i w mieszaninie z wodą są stosowane jako środki lecznicze w postaci kąpieli lub okładów.

Zagadnieniami balneologii zajmowano się od dawna, dziś też nie straciły one na aktualności. Literatura dotycząca tego zagadnienia jest ogromna. Nikt jednak, o ile wiem, dotąd nie oznaczał za pomocą metod chemicznych substancji estrogennych zawartych w torfach. Wiedziano, że substancje te występują w torfach, ilość ich określano dotychczas w tzw. jednostkach mysich, czyli w jednostkach biologicznych.

W pracy niniejszej ilość estrogenów zawartych w złożach torfów gorbackich wyrażono w mcg (γ) na 100 g s. m. oraz podano metody chemiczne służące do oznaczania w torfach substancji mających znaczenie dla balneologii.

W latach 1954 i 1955 jak i poprzednich prowadzono na torfowisku Gorbacz wiercenia i kopano głębokie otwory w celu zorientowania się w stratygrafii i zebrania potrzebnych materiałów do wielostronnego opracowania torfowiska.

W niniejszej części szczególną uwagę zwrócono na:

I. Zawartość związków organicznych i nieorganicznych, występujących w złożach torfowych torfowiska Gorbacz, ze szczególnym uwzględnieniem substancji hormonalnych (estrogenów) i mikroelementów (B, Co, Cu, J, Mn).

II. Opracowanie i zastosowanie metod odnoszących się do wykrywania wymienionych elementów i związków dotąd mało opracowanych, a nasuwających wiele trudności przy ich wyodrębnianiu.

III. Zwrócono również uwagę na możliwości wykorzystania bardziej rozłożonych pokładów torfowych jako tzw. peloidów w celach leczniczych.

Złoża kopalne z wymienionego terenu, powstałe w warunkach uwodnionego siedliska, są wynikiem gromadzenia się częściowo rozłożonych resztek roślinnych, zmniejszonej aeracji, kwaśnego odczynu, niższej temperatury i skróconego okresu wegetacyjnego.

Badane złoża ze względu na charakter i pochodzenie zaliczone są do tzw. humolitów, czyli pokładów pochodzenia organicznego, powstałych na torfowiskach wysokich, utworzonych głównie przez gatunki *Sphagnum* sp., *Ledum, Vaccinium uliginosum, Oxycoccos quadripetalus, Eriophorum vaginatum, Pinus silvestris, Betula pubescens* i inne.

Torfowisko Gorbacz należy do torfowisk wysokich typu kontynentalnego. Są to torfy wybitnie oligotroficzne o miąższości 2,5 — 3,8 m, spoczywające na torfowisku niskim o miąższości około 2 m, które z kolei spoczywa na podtorfowej gytii o miąższości około 1,5 m. Stanowi ono część wielkiego obszaru torfowisk znanych pod nazwą Imszar.

I. ANALIZY CHEMICZNE HUMOLITÓW GORBACKICH

A. *Substancje nieorganiczne (mineralne)*

Są one przynoszone z zewnątrz z opadami, wodą, wiatrem bądź znajdują się w organizmach zwierzęcych i roślinnych w postaci związków organomineralnych i zwalniają się w wyniku procesów mineralizacji materii organicznej.

Siarkę ogólną oznaczono		— metodą E s c h k i
Krzemionkę (SiO_2)	„	— metodą wagową
Żelazo (Fe_2O_3)	„	— metodą kolorymetryczną
Magnez (MgO)	„	— metodą wagową w postaci pirofosforanu
Wapń (CaO)	„	— metodą wagową po strąceniu w postaci szczawianu
Fosfor (P_2O_5)	„	— metodą wagową L o r e n t z a

Tabela 1

Zestawienie wyników analiz

Nr próbki	Nr linii	Odległość od jeziora w m	Głębokość w m	Całkowita zawartość wody w %	Zawartość wody w powietrznie suchej masie w %	SiO_2 w % na abs. s. m.	Tlenki R_2O_3 w % na abs. s. m.	Fe_2O_3 w % na abs. s. m.	CaO w % na abs. s. m.	MgO w % na abs. s. m.	P_2O_5 w % na abs. s. m.	Siarka w % na abs. s. m.	K_2O mg % na abs. s. m.	Na_2O mg % na abs. s. m.
1	I	120	0,2	90,84	10,76	0,46	0,37	0,09	0,26	—	0,06	0,74	2,62	8,95
2	I	120	1,5	90,90	10,92	0,41	0,71	0,35	1,52	—	0,06	0,63	11,88	17,66
3	II	220	1,5	90,70	9,85	0,40	0,54	0,19	0,73	—	0,07	0,85	7,23	8,58
4	II	220	3,0	90,15	11,02	0,36	1,02	0,51	1,75	—	0,08	1,06	9,60	13,97
5	II	220	4,5	91,15	12,85	0,45	0,68	0,37	1,76	—	0,05	0,83	5,95	11,21
6	III	120	1,5	91,80	10,79	0,40	0,31	0,06	0,66	—	0,05	0,36	9,27	7,03
7	III	120	3,0	91,80	10,58	0,32	0,34	0,09	1,07	—	0,07	0,37	7,76	10,39
8	IV	320	0,2	90,24	11,70	0,38	0,35	0,09	0,28	0,09	0,05	0,38	5,80	10,11
9	IV	320	1,0	91,13	11,40	0,36	0,31	0,08	0,34	0,17	0,05	0,32	10,67	20,37
10	IV	320	2,0	90,71	11,84	0,47	0,58	0,21	0,99	0,07	0,09	0,42	2,67	4,07
11	IV	1460	z powierzchni	64,92	10,34	6,95	1,76	0,30	0,28	0,27	0,15	0,40	11,96	4,71

(I — III wykonała mgr inż. I. Zawadzka)

Sód i potas (Na_2O i K_2O) — metodą fotopłomieniową Schuhknechta
pH „ — pH - metrem typu „Radiometer PHM22"

Do analiz brano torf powietrznie suchy, przeliczając wyniki na absolutnie suchą masę.

Metody oznaczenia mikroelementów

1) Bor (B) — metodą kolorymetryczną z chinalizaryną
2) Kobalt (Co) — solą dwusodową kwasu 1-nitrozo-2-hydroksynaftaleno — 3,6 dwusulfonowego, zw. nitrozo-R — solą wg sposobu D. P. Malugi (Maluga D. P., 1950)
3) Miedź (Cu) — dwuetylotiokarbaminianem sodu (Maluga D. P., 1950)
4) Mangan (Mn) — metodą Beli - Horwatha w modyfikacji Zakładu Torfoznawstwa SGGW (Maksimow A., 1954)
5) Jod (J) — metodą M. A. Dragomirowej (Dragomirowa M. A. 1950).

Wyniki analiz zawarte w tabeli 2 wskazują, że:

a) W miarę głębokości torfu wzrasta ilość manganu. Zawartość manganu związana jest też ze stopniem rozkładu torfu, bowiem im bardziej torf jest rozłożony, im więcej zawiera popiołu, tym w większej ilości występuje wymieniony pierwiastek. Próbka nr 11, pobrana z powierzchni, zawiera torf silnie rozłożony.

Tabela 2

Zawartość mikroelementów w torfie

Nr próbki	Nr linii	Odległość od jeziora w m.	Głębokość w m.	pH	Sucha masa w %	Popiół surowy w %	B mg/kg s. m.	Co mg/kg s. m.	Cu mg/kg s. m.	J mg/kg s. m.	Mn mg/kg s.m.
1	I	120	0,20	3,50	89,24	1,28	5,4	0,23	3,2	2,47	9,0
2	I	120	1,50	4,55	89,08	3,03	4,9	0,47	3,7	1,52	7,0
2a	I	120	3,00	5,20	96,30	7,84	6,5	0,57	4,4	0,42	17,5
2b	I	120	4,50	5,50	97,14	11,22	16,4	2,63	3,2	2,49	23,0
3	II	220	1,50	4,45	80,15	1,96	6,5	0,42	3,0	4,95	4,0
4	II	220	3,00	5,27	88,98	3,44	4,9	0,23	2,7	2,62	20,0
5	II	220	4,50	5,60	87,15	3,38	13,8	0,47	5,2	2,85	30,0
6	III	120	1,50	4,40	89,42	1,96	4,4	0,17	3,5	4,58	4,0
7	III	120	3,00	4,90	89,21	1,49	4,4	0,67	3,5	3,41	7,0
7a	III	120	4,50	7,08	94,20	6,47	23,0	1,18	9,2	2,41	53,0
8	IV	320	0,20	3,15	88,30	1,22	6,0	0,15	4,5	3,99	15,0
9	IV	320	1,00	3,40	88,60	1,29	5,4	0,32	7,5	0,32	3,5
10	IV	320	2,00	4,14	88,16	2,45	7,0	0,30	4,2	5,07	14,0
11	IV	1460	z powierzchni	3,35	89,66	9,06	8,2	0,39	3,5	2,23	17,0

(wykonał mgr inż. K. Zawadzki)

b) Torf w warstwach powierzchniowych zasobny jest w jod, którego ilość maleje w miarę głębokości.

Warstwy powierzchniowe torfu słabo rozłożone, zawierające mało popiołu, a dużo substancji organicznej, świadczą, że jod znajduje się w trudno rozpuszczalnych związkach organicznych. W miarę mineralizacji substancji organicznej jod przechodzi w formy nieorganiczne, łatwo rozpuszczalne i jest ługowany z pokładów torfu.

c) W odniesieniu do miedzi, kobaltu i boru żadnej zależności od głębokości i stopnia rozkładu torfu nie stwierdzono.

Wyniki analiz zawarte w tabelach 3 i 4 wykazują, że zawartości jodu i manganu w gytii jeziorowej i podtorfowej zmniejszają się wraz z głębokością. Istnieje ścisły związek pomiędzy zawartością tych pierwiastków a ilością popiołu surowego. W miarę zwiększania się ilości popiołu zawartość jodu i manganu spada. Świadczy to, że mangan i jod w gytii magazynowane są głównie w substancji organicznej. W miarę mineralizacji tej substancji pierwiastki te tworzą związki łatwo rozpuszczalne i są ługowane z gytii.

Tabela 3
Zawartość mikroelementów w gytii jeziorowej

Nr próbki	Głębokość w m	pH	Sucha masa	Popiół surowy w %	B mg/kg s. m.	Co mg/kg s. m.	Cu mg/kg s. m.	J mg/kg s. m.	Mn mg/kg s. m.
1	3,0	8,10	95,62	38,20	20	3,12	4,4	3,14	250
2	4,0	8,00	95,20	44,81	22	4,36	6,0	2,85	220
3	5,0	8,00	97,34	59,41	16	2,12	10,4	2,74	165
4	6,0	7,90	99,56	85,97	17	2,50	9,6	1,90	218

(wykonał mgr inż. K. Zawadzki)

Tabela 4
Zawartość mikroelementów w gytii podtorfowej

Nr próbki	Nr linii	Odległość od jeziora w m	Głębokość w m	pH	Sucha masa w %	Popiół surowy	B mg/kg s. m.	Co mg/kg s. m.	Cu mg/kg s. m.	J mg/kg s. m.	Mn mg/kg s. m.
1	II	20	4,50	7,30	95,58	43,61	36,0	5,00	4,0	3,49	218
2	II	220	5,40	6,30	92,36	59,82	32,4	7,00	16,0	2,33	250
3	II	420	5,50	6,00	96,84	79,45	40,0	5,75	6,0	2,47	140
4	III	20	4,30	7,50	93,80	37,96	12,0	5,50	5,2	4,23	335
5	III	120	5,20	7,85	92,66	81,31	22,0	5,50	11,2	2,74	232
6	III	220	6,00	7,33	97,98	79,77	12,0	7,50	12,8	2,85	212
7	IV	720	6,00	5,65	93,15	66,42	14,6	2,50	4,8	5,29	180

(wykonał mgr inż. K. Zawadzki)

W odniesieniu do zawartości boru, miedzi i kobaltu podobnych zależności nie stwierdzono.

B. *Substancje organiczne*

Analizę związków organicznych przeprowadzono w oparciu o prace Tiurina (1940) oraz Souci (1938) w następujący sposób:

1. *Ekstrakcja mieszaniną etanolu i benzenu* (1:1)

10 g powietrznie suchego torfu ekstrahowano w aparacie Soxhleta mieszaniną etanolu i benzenu (1:1) aż do zaniku zabarwienia rozpuszczalnika. Następnie z ekstraktu odpędzano rozpuszczalnik, suszono w 80°C i ważono pozostałość. Frakcja ta zawiera głównie bitumy (woski, żywice, tłuszcze, niektóre barwniki).

2. *Ekstrakcja gorącą wodą*

Po wysuszeniu i zważeniu części torfu, pozostałej po ekstrakcji mieszaniną etanolu i benzenu, ogrzewano ją na wrzącej łaźni wodnej pod chłodnicą zwrotną z 500 ml wody w ciągu 2 godz. Czynność tę powtarzano dwukrotnie. Po ekstrakcji torf sączono i przemywano gorącą wodą. Połączone przesącze odparowywano i ważono suchą pozostałość. Jako zawartość substancji rozpuszczalnej przyjęto średnią arytmetyczną suchej pozostałości i różnicy masy torfu przed i po ekstrakcji gorącą wodą. Frakcja ta zawiera pektyny, węglowodany i kwasy fluwonowe.

3. *Ekstrakcja 0,02 n roztworu ługu sodowego*

Pozostałą po ektrakcji wodą część torfu suszono, ważono i ogrzewano na wrzącej łaźni wodnej pod chłodnicą zwrotną z 500 ml 0,02 n roztworu ługu sodowego w ciągu 1 godz. Dekantowano i powtarzano ekstrakcję roztworem ługu 4-krotnie.

Pozostałą część torfu przemywano kilka razy wodą, odwirowywano i ważono. Z roztworu wytrącono kwasem solnym kwasy huminowe, które po odstaniu dekantowano, przemywano trzykrotnie wodą i odwirowywano. Następnie suszono w eksykatorze próżniowym nad stałym NaOH i ważono. Zawartość tej frakcji obliczano, biorąc średnią arytmetyczną masy kwasów huminowych i różnicy w masie torfu przed i po ekstrakcji ługiem.

Frakcja ta składa się z kwasów huminowych, hematomelanowych i humolignigowych.

4. *Ekstrakcja po hydrolizie 5% kwasem solnym*

Około 2 g pozostałej po ekstrakcji roztworem ługu części torfu zadawano 200 ml 5% kwasu solnego i ogrzewano na wrzącej łaźni wodnej pod chłodnicą zwrotną w ciągu $2^1/_2$ godz.

Następnie sączono, przemywano gorącą wodą, suszono i ważono. Zawartość tej frakcji, którą głównie stanowią hemicelulozy, obliczano z różnicy masy odważki przed i po hydrolizie kwasem solnym.

5. *Ekstrakcja po hydrolizie 80% kwasem siarkowym*

Około 1 g pozostałej po hydrolizie kwasem solnym części torfu zadawano 10 ml 80% kwasu siarkowego i pozostawiano na 2½ godziny w temperaturze pokojowej. Następnie dodawano 150 ml wody i ogrzewano w ciągu 5 godzin. Po przesączeniu i przemyciu gorącą wodą pozostałość suszono i ważono. Część zhydrolizowaną 80% kwasem siarkowym, którą stanowi głównie celuloza, obliczano z różnicy masy odważki przed i po hydrolizie.

Część torfu pozostałą po hydrolizie 80% kwasem siarkowym przyjęto za ligninę torfu.

Analizy substancji organicznych podane w tabeli 5 wskazują:

a) na znaczną ilość związków bituminowych zawartych w torfach Gorbacza,

b) że ilość bituminów zależna jest od stopnia rozłożenia torfów,

c) na wysoką zawartość kwasów huminowych.

Tabela 5

Związki organiczne w %% na abs. suchą masę

Nr próbki	Nr linii	Odległ. od jez. w m	Głębokość w m	Bituminy w%	kw. fulwonowe w %	kwasy huminowe	Hemicelulozy	Celuloza	Lignina	Suma
1	I	120	0,2	9,24	4,39	39,67	12,46	15,16	16,73	97,65
2	I	120	1,5	8,76	4,59	27,39	9,76	8,34	39,59	98,43
3	II	220	1,5	11,09	3,53	55,85	6,38	4,65	17,38	98,88
4	II	220	3,0	11,91	3,82	31,19	5,03	5,56	38,69	96,20
5	II	220	4,5	11,48	3,24	32,48	32,81	4,72	10,53	95,26
6	III	120	1,5	15,13	2,91	35,65	17,39	13,55	11,54	96,17
7	III	120	3,0	16,77	3,13	50,66	13,01	4,83	9,21	97,61
8	IV	320	0,2	11,33	5,68	43,81	15,50	11,08	10,78	98,18
9	IV	320	1,0	12,13	4,51	46,14	14,17	7,53	12,90	97,38
10	IV	320	9,0	8,51	5,22	52,38	12,56	3,08	16,00	95,75
11	IV	1460	z powierzchni	13,94	10,26	49,37	6,56	3,79	14,58	98,50

(wykonał mgr inż. K. Zawadzki)

C. *Substancje hormonalne*

Prace S k a r ż y ń s k i e g o (1933), B u t e n a n d t a i J a k o b i (1933, cyt. L e n o c h 1954), A s c h h e i m a i H o h l w e g a (1954)

wykazały w organach rozrodczych roślin obecność substancji o własnościach rujopędnych. Aschheim i Hohlweg (1933), Wehefritz i Gierhacke (1936). Munteanu (1937), Munteanu i Cimoca, Baudisch i Euler, Weiss (cyt. Hadač 1953) oraz Lenoch (1944), wykazali, że w humolitach znajdują się związki o działaniu estrogenów należących, jak wiemy, do związków sterydowych o jądrze cyklopentano-perhydro-fenantrenowych.

Badania Zubrzyckiego (1936, 1951), Kowalskiego (1936, 1937), Starzewskiego (1937), Pumpiańskiego (1951), Ałapin-Rubiłłowicz (1952) dokonane na świnkach morskich wykazały obecność w peloidach substancji estrogennych i wchłanianie ich przez powłoki do ustroju.

Substancje wymienione pochodzą z organów rozrodczych roślin i zwierząt, są charakteru lipoidalnego i występują w postaci rozpuszczonej w bituminach.

Cimoca i Munteanu (1938, cyt. Hadač 1953) stwierdzili istnienie w borowinie związków o działaniu podobnym do działania testosteronu i androsteronu.

Próby biologiczne wyciągów z bituminów torfowych, wykonywane przez W. Sławińskiego na młodych białych myszkach i królikach w Zakładzie Botaniki i Mikrobiologii Technicznej Politechniki Warszawskiej oraz R. Gulbisa w PZH w Warszawie, wykazały występowanie u myszek typowych objawów, podobnych do objawów zachodzących pod wpływem wprowadzanych do organizmu rujotwórczych hormonów: zwiększa się waga jajników, zwiększają się komórki follikularne, pojawia się ruja, powiększają się oba rogi i cała macica. U myszek kastrowanych zachodzi powiększenie obu rogów i samej macicy, a także objawy rui.

Badania te pozwoliły w przybliżeniu określić ilość substancji rujopędnych zawartych w 1 kg humolitów gorbackich w tzw. mysich jednostkach. Pod mysią jednostką rozumiemy najmniejszą ilość związku, wystarczającą do wywołania popędu płciowego u myszki.

Benade (1938) podaje, że 1 g krystalicznego hormonu odpowiada 8 — 10 milionom jednostek mysich. Obecnie za jednostkę follikularnego hormonu przyjmujemy taką ilość związku, która w teście Allen — Doisy wykaże podobne objawy jak 0,1 gamma estronu.

Obliczenia wartości hormonalnych wykonane przez W. Sławińskiego i Gulbisa na podstawie biologicznych testów wykazały, że w 1 kg humolitów gorbackich ilość substancji estrogennych odpowiada 450 — 600 mysim jednostkom w zależności od stopnia rozkładu.

ANALIZA ZWIĄZKÓW ESTROGENNYCH

Związki estrogenne oznaczono na drodze chemicznej posługując się reakcją Kobera (Kober 1931). Wywołuje się ją działając kwasem fenolosulfonowym na estrogeny (estron, estriol, estradiol) i ogrzewając w temperaturze ok. 100°C.

W czasie ogrzewania powstaje żółtopomarańczowa barwa przechodząca po oziębieniu, rozcieńczeniu wodą i ponownym ogrzaniu w różową. Reakcja Kobera stosowana jest powszechnie w wielu modyfikacjach do oznaczania estrogenów w moczu.

W analizie niniejszej oparto się głównie na metodzie Jayle'a i Crépy w modyfikacji Bonderowej (Bonder 1954).

Przystosowanie metody tej do analizy torfów polegało głównie na usunięciu zanieczyszczeń występujących w dużych ilościach w postaci barwnych kwasów huminowych.

Częściowe usunięcie kwasów osiągnięto podczas wymywania eterem zobojętnionego kwasem solnym roztworu 1 n ługu sodowego zawierającego frakcję fenolową.

Całkowite ich usunięcie następowało na kolumnie chromatograficznej wypełnionej tlenkiem magnezu, stosowanym z dobrym skutkiem przez Trojanowskiego do rozdzielania substancji próchnicznych (Trojanowski 1952). Tlenek magnezu spośród czterech przebadanych adsorbentów (MgO, Al_2O_3, charcoal, ziemia rejowiecka) nadawał się najlepiej do tego celu, ponieważ zatrzymywał całkowicie kwasy huminowe, nie adsorbując zupełnie estrogenów (próby przeprowadzono z eterowym roztworem krystalicznego estronu). Po wywołaniu reakcji Kobera w celu usunięcia ewentualnych brunatnych zanieczyszczeń wytrząsano próbę z octanem etylu wg Stimmla (Bonder 1954). Tlenek magnezu ogrzewano w temp. 230° przez 7 godz. i napełniano nim kolumnę adsorpcyjną na wys. 6 cm. Inne odczynniki przyrządzono wg Bonderowej.

Wykonanie oznaczenia

100 g powietrznie suchego torfu przenosimy do kolby, zalewamy 500 ml 15% roztworu kwasu siarkowego i ogrzewamy do wrzenia pod chłodnicą zwrotną. Po upływie 30 minut szybko oziębiamy i wytrząsamy zawartość kolby 300 ml uwolnionego od nadtlenków eteru. Po oddzieleniu wyciągu eterowego pozostałość wytrząsamy jeszcze dwukrotnie 100 ml eteru. Połączone wyciągi eterowe przemywamy 100 ml 5% roztworu Na_2CO_3, a następnie jeszcze 2×50 ml i jeden raz wodą. Wodę z przemycia ekstrahujemy 20 ml eteru i eter dodajemy do wyciągu głównego. Przemyty wyciąg eterowy wytrząsamy w ciągu 15 min. z 100 ml

1 n roztworu NaOH, a następnie dwukrotnie 50 ml ługu. Połączone ługi zobojętniamy 25% roztworem kwasu solnego do reakcji obojętnej wg papierka uniwersalnego.

W większości prób zobojętnienie roztworu stwierdzamy zmianą zabarwienia roztworu z malinowego na żółty. Zobojętniony roztwór zawierający estrogeny ekstrahujemy 100 ml eteru, a następnie 2 razy po 50 ml. Po przemyciu eterowego ekstraktu 5% Na_2CO_3 suszymy bezwodnym siarczanem sodu, klarowny ekstrakt przenosimy do kolby okrągłodennej ze szlifem i po połączeniu z chłodnicą Liebiega oddestylowujemy eter na łaźni wodnej w temperaturze ok. 50°C do objętości kilku mililitrów. Zagęszczony ekstrakt chromatografujemy na kolumnie wypełnionej MgO, a estrogeny eluujemy 30 ml eteru.

Eluat przenosimy do suchej, szerokiej probówki i odparowujemy do sucha na łaźni wodnej. Następnie dodajemy 3 ml kwasu fenolosulfonowego, probówkę zamykamy korkiem owiniętym staniolem i ogrzewamy na wrzącej łaźni w ciągu 20 min. wstrząsając trzykrotnie. Po upływie czasu przenosimy probówkę na 5 min. do mieszaniny lodu z wodą. Dodajemy 3 ml. wody destylowanej, mieszamy dokładnie bagietką, następnie ogrzewamy powtórnie w łaźni wodnej 3 minuty.

Po ponownym oziębieniu (5 min.) rozcieńczamy zawartość probówki 9 ml 10% roztworu kwasu siarkowego. Po wymieszaniu odmierzamy 10 ml roztworu do suchych probówek Colomana, dodajemy 10 ml octanu etylu i po wytrząśnięciu i rozdzieleniu faz oznaczamy absorpcję dolnej warstwy na spektrofotometrze Colemana Junior przy $\lambda = 520$ mμ. Otrzymaną wartość przeliczamy z krzywej standardowej, sporządzonej z czystego estronu „Dembach".

W tabeli 6 zestawiono wyniki przeliczone na krystaliczny estron, wyrażony w mikrogramach (γ) oraz jednostkach mysich. Do przeliczenia krystalicznego estronu na jednostki mysie stosowano zależność 1 γ estronu = 8 — 10 jednostek mysich.

Wyniki wykazują zmienną ilość estrogenów w torfach. Potwierdzają przypuszczenie co do zależności substancji estrogennych od stopnia rozkładu torfu (lepiej rozłożony torf, więcej substancji estrogennych). Ilość estrogenów w humolitach gorbackich jest w pewnej korelacji z głębokością, z jakiej pobierano torf. Odstępstwo od tej reguły zauważyć można w próbie 8 i 11.

W obydwu przypadkach (8 i 11) próby pochodziły z powierzchni torfowiska, zaś pobrany torf odznaczał się daleko posuniętym rozkładem i rozpyleniem, tworzył mursz koloru brunatno-czarnego, nie porośnięty wyższą roślinnością. Analiza wykazała w nim znaczną ilość estrogennych substancji.

Tabela 6
Zawartość estronu w torfie

Nr próbki	Nr linii	Odległość od jeziora w m	Głębokość w m	Zawartość estronu w γ/100 g s. m.	Zawartość estronu w jedn. mysich 100 g s. m.	Zawartość estronu w jedn. mysich na 1 kg tortu
1	I	120	0,2	20,0	160 — 200	146 — 183
2	I	120	1,5	23,0	184 — 230	167 — 209
3	II	220	1,5	28,0	224 — 280	208 — 260
4	II	220	3,0	50,0	400 — 500	394 — 493
5	II	220	4,5	94,0	750 — 940	666 — 832
6	III	120	1,5	18,5	148 — 185	121 — 152
7	III	120	3,0	31,0	248 — 310	203 — 254
8	IV	320	0,2	53,0	424 — 530	416 — 517
9	IV	320	1,0	12,5	100 — 125	89 — 111
10	IV	320	2,0	43,0	344 — 430	320 — 399
11	IV	1460	z powierzchni	56,0	440 — 560	1562 —1964

(wykonał mgr T. Baszyński)

Benade (1938) podaje, że w 1 kg kąpielowej mieszaniny (80% wody, 20% humolitu) znajduje się 400 mysich jednostek, co oznacza, że w 1 kg torfu znajduje się 2000 mysich jednostek.

W wykonaniu wierceń terenowych i pobieraniu próbek do analiz pomoc okazali pracownicy Zakładu Anna Dąbrowska, Jan Gryko i Stanisław Hajduk.

STRESZCZENIE

W części 2 pracy podano analizy związków nieorganicznych i organicznych, występujących w złożach torfowych torfowiska Gorbacz, gytii podtorfowej i jeziorowej, ze szczególnym uwzględnieniem mikroelementów, bituminów, kw. fulwonowych i estrogenów.

W wyniku analiz stwierdzono:

a) że w miarę głębokości i stopnia rozkładu torfu wzrasta ilość boru i manganu,

b) że w warstwach powierzchniowych torfu występuje jod, którego ilość maleje w miarę głębokości,

c) że zawartości jodu i manganu w gytii jeziorowej i podtorfowej występują w odwrotnym stosunku do ilości popiołu surowego.

Powyższe wyniki pozwalają przypuszczać, że w warstwach powierzchniowych jod znajduje się w trudno rozpuszczalnych związkach organicznych. W miarę mineralizacji substancji organicznej jod występuje w postaci związków rozpuszczalnych, które są ługowane.

W odniesieniu do substancji organicznych należy podkreślić wysoką zawartość w torfie związków bituminowych, których ilość jest uzależnio-

na od stopnia rozkładu torfu. Po raz pierwszy w pracy niniejszej wyodrębniono z torfów substancję estrogenne, co ma znaczenie dla balneologii, tj. stosowania ich w postaci peloidów.

Podano też metody wyodrębniania wymienionych substancji.

Praca została wykonana przez zespół pracowników Zakładu Biologii Akademii Medycznej w Białymstoku i Zakładu Botaniki i Mikrobiologii Technicznej Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej.

Kierownik: prof. dr W. Sławiński.

Zakład Biologii Akademii Medycznej w Białymstoku

(Wpłynęło dn. 4.II.1956 r.)

SUMMARY

In the present paper the results of the chemical analysis of the organic and inorganic constituents of the peat-bog Gorbacz as well as of the gyttia are described with special emphasis on microelements, bitumines, fulvonic acids and oestrogenes.

The main results are as follows:

a) With the increasing depth and the degree of peat-bog substance decomposition the amount of boron and manganese increases.

b) In the superficial strata of the peat-bog iodium is present and its amount decreases with the depth.

c) The amount of iodium and manganese in the lake-and peat-bog-gyttia is negatively correlated with the amount of ash substances.

These results suggest that in the superficial strata iodium is present as insoluble organic compunds. With the increasing mineralization of the organic substances iodium passes to soluble compounds which are washed away.

The analysis of organic substances has shown a high amount of bituminic compounds increasing with the degree of peat decomposition. For the first time the oestrogenic substances were isolated from the peat, which presents an interest for the use of peloids in the balneological treatments.

LITERATURA

Ałapin-Rubiłłowicz St., 1952, Lecznicze działanie borowiny w okresie przekwitania u kobiet, Bal. Pol. 2.

Aschheim S. i Hohlweg W., 1933, Über das Vorkommen östrogener Wirkstoffe in Bitumen, Deutsche Med. Wochenschr. 59 (12).

Benade W., 1938, Moore, Schlamme, Erden (Poloide), Dresden u. Leipzig.

Bonder F., 1954, Polski Tygodnik Lekarski, 44 (1419).

Dragomirowa M. A., 1950, W pracy zbiorowej: Metody opredielenia mikroelementow, Moskwa-Leningrad.

Hadač E., 1953, Ceskoslovenské peloidy, Praha.

Hadač E., 1953, O wydobywaniu, przygotowaniu i gospodarowaniu humolitami w praktyce leczniczej, Balneologia Pol. 4.

H o h l w e g W., 1933, vide A s c h h e i m.
K o b e r S., 1931, Biochem., Zeitschr. (239, 209).
K o w a l s k i M. St., 1936, Ciała rujopędne w borowinie krynickiej, Pol. Gaz. Lek.
K o w a l s k i M. St., 1937, Biologiczne własności borowiny krynickiej. Pam. IV Zjazdu Lek. w Krynicy.
L e n o c h F., 1954, Kąpiele z borowiny torfowisk wysokich i niskich, ich przygotowanie, oddziaływanie i wskazania, Balneologia Pol. 5.
M a k s i m o w A., 1954, Mikroelementy i ich znaczenie w życiu organizmów, Warszawa.
M a l u g a D. P., 1950, W pracy zbiorowej: Metody opredielenia mikroelementów, Moskwa-Leningrad.
M u n t e a n u N., 1937, Dtsch. med. Wschr. 1, 96.
P u m p i a ń s k i R., 1951, Wpływ borowiny wyżynnej na niedorozwój narządów rodnych, Pam. XI zjazd Tow. Gin. Pol., Warszawa.
P u m p i a ń s k i R., 1951, Wpływ czynnika hormonalnego borowiny wyżynnej na narządy rodne, Roczn. Pom. Ak. Med. T. I, Szczecin.
S k a r ż y ń s k i B., 1933a, Nature, Lond. 131 (766).
S k a r ż y ń s k i B., 1933b, Bull. Int. Acad. Cracovie 11 (347).
S o u c i S. W., 1938, Die Chemie des Moores, Stuttgard.
S o u c i S. W., 1938, Die chemische Zusammensetzung des Torfes und ihre Bedeutung für die Heilwirkung der Moorbäder, Der. Baln. 5.
S t a r z e w s k i W., 1937, Wpływ borowiny krynickiej na czystość pochwy, Acta Balneolog. Pol.
T i u r i n J. W., 1940, K woprosu o prirodie fulwokisłot poczwiennego gumusa, Trudy Poczw. Inst. im. W. W. Dokuczajewa, 23.
T r o j a n o w s k i J., 1952, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Lublin — Polonia 6 (9): 297.
W e h e f r i t z E. u. G i e r h a c k e, 1934, Balneologie 1.
W e h e f r i t z E. u. G i e r h a c k e, 1935, Balneologie 2.
Z u b r z y c k i J., 1951, Różnorodność sposobów stosowania borowiny krynickiej w schorzeniach narządów rodnych kobiety, Now. Społ. Lek. 10.
Z u b r z y c k i J., 1951, Czynniki lecznicze borowiny rodzimej a schorzenia narządów rodnych kobiety. Balneologia Pol. T. 1, Warszawa.

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
VOL. XXV — Nr 3
1956

Badania nad zjawiskiem fotomorfozy u *Aspergillus giganteus* Wehm. I.

Recherches sur la photomorphose chez Aspergillus giganteus Wehm. I.

A. ZURZYCKA

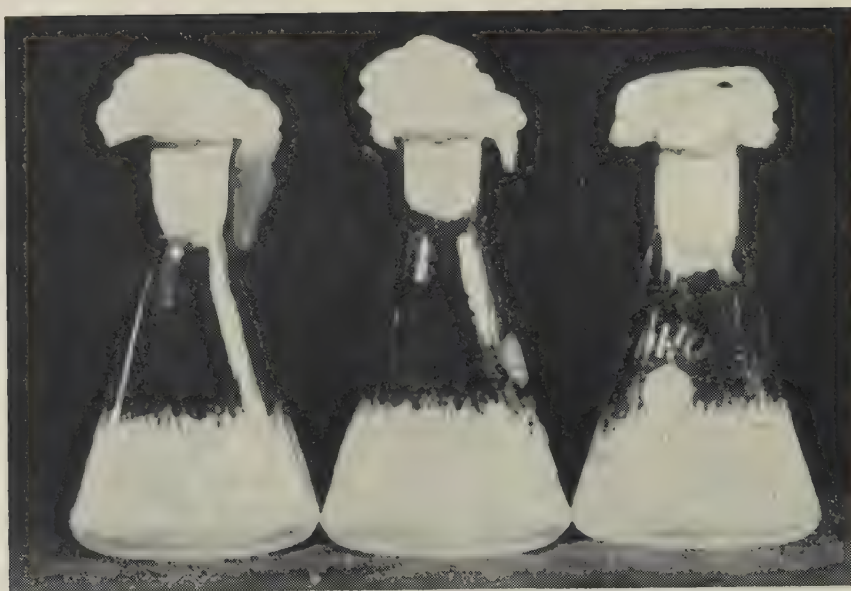
WSTĘP

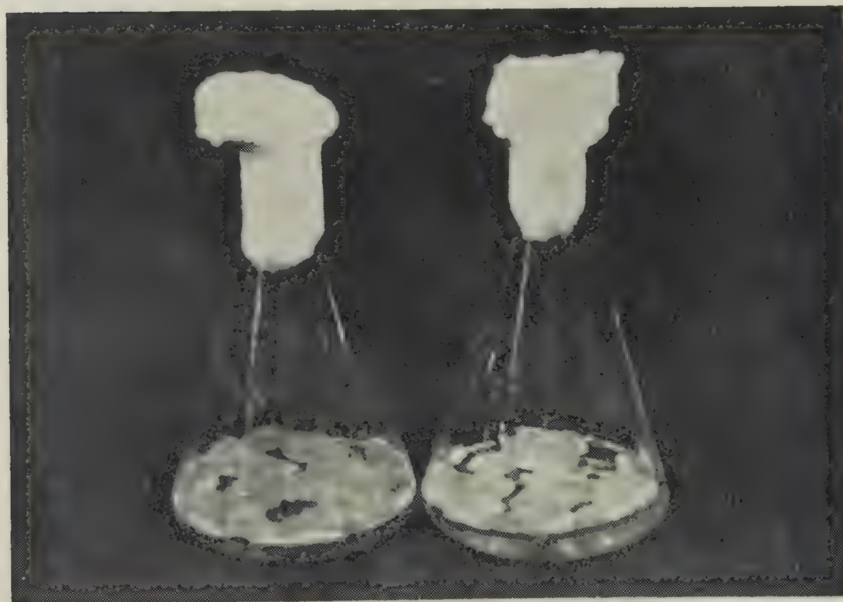
Szereg czynników zewnętrznych — światło, temperatura czy wilgotność — działających w różnoraki sposób w środowiskach, gdzie rozwijają się organizmy roślinne, wywiera głęboki wpływ na ich rozwój i ukształtowanie. Z pojęciem foto-, termo- czy hygromorfoz spotkać się można często w literaturze, brak jednak dokładniejszych badań nie pozwala na sprecyzowanie istoty tych zjawisk.

Z opisywanych zmian morfologicznych, zachodzących pod wpływem czynników zewnętrznych, bez wątpienia najciekawsze pod względem teoretycznym i praktycznym są morfozy powstające pod wpływem światła.

Każdy organizm roślinny w mniejszym lub większym stopniu podlega morfotycznemu działaniu światła, nie każdy jednak w równym stopniu nadaje się do badań fizjologicznych nad tym zagadnieniem. W większości wypadków badania komplikują się bowiem wskutek obecności chlorofilu. Dla uproszczenia zagadnienia w pierwszym etapie badań zajęto się zjawiskiem fotomorfoz u grzybów, gdzie brak jest barwników chlorofilowych, a fotosynteza jest wykluczona.

Badania przeprowadzano zasadniczo na jednym grzybie, wykazującym zjawisko fotomorfozy w sposób niezwykle wyraźny. Organizm badany, *Aspergillus giganteus* Wehmer (T h o m i R a p e r 1945), zachowuje się w bardzo charakterystyczny sposób w zależności od warunków świetlnych otoczenia. Według badań W o l f a (1938, 1948) konidiofory *A. giganteus* mają wysokość 3 — 4 mm, o ile są hodowane w ciemności. Natomiast pod wpływem światła grzyb ten wytwarza konidiofory sięgające często kilku centymetrów wysokości (ryc. 1), silnie żółto zabarwione wskutek obecności barwników, prawdopodobnie z grupy karotenoidów





Ryc. 1. *Aspergillus giganteus* W e h m. U góry — hodowle na świetle, u dołu — hodowle w ciemności.

Fig. 1. *A. giganteus* W e h m. En haut — cultures exposées à la lumière, en bas — cultures maintenues à l'obscurité.

(G a r d n e r 1949). Dotychczas zajmowano się zjawiskiem fotomorfozy u tego grzyba tylko w nielicznych wypadkach. Poza autorami już wymienionymi W e b b (1942 cyt. według T h o m i R a p e r 1945) zbadał wpływ stężenia sacharozy, temperatury i światła na tworzenie się konidioforów u *A. giganteus*. Wstępne badania wykazały jednak niezgodność otrzymywanych wyników z wynikami W e b b a. Dlatego też praca niniejsza, wykonana w latach 1950 — 1953, stanowi dokładniejszą analizę wzrostu i rozwoju *A. giganteus* ze szczególnym uwzględnieniem wymogów pożywkowych.

MATERIAŁ I METODA

Aspergillus giganteus Wehmer używany w badaniach pochodził ze szczepu hodowanego w Centraalbureau voor Schimmelcultures w Baarn. Hodowle wzorcowe przechowywano na skośnym agarze z wyciągiem drożdżowym. Podczas właściwych doświadczeń hodowano *A. giganteus* na pożywce płynnej (25 ml pożywki na kolbę stożkową o pojemności 200 ml).

WARUNKI HODOWLI

A. Światło. Termostat, w którym hodowano grzyb na świetle, oświetlano kompletem czterech świetłówek 25 W 220 V o świetle białym. Na wstępie zbadano wpływ czasu naświetlenia i intensywności światła na rozwój i wzrost grzyba. W tym celu hodowle (pożywka z wodą drożdżową, por. C) naświetlano przez okres 0,1, 6, 12 oraz 24 godziny na dobę. Wyniki zestawiono w tabeli 1.

T a b e l a 1

Wpływ czasu naświetlania światłem o intensywności 1200 luksów na wzrost grzybni *A. giganteus*.

Influence de la durée d'illumination sur la croissance du mycélium de *A. giganteus*; intensité lumineuse 1200 lux

Czas naświetlania w godz. Durée d'illumination heures par jours	0/24	1/24	6/24	12/24	24/24
Średni ciężar suchej masy w mg po 12 dniach doświadczenia Moyenne du poids sec (mg) après 12 jours de croissance	496,2	527,1	483,3	514,2	346,6

W zakresie 0 — 12 godzin światła na dobę sucha masa grzybni utrzymywała się mniej więcej na stałym poziomie, podobnie jak i wysokość konidioforów (z tym, że w ciemności tworzyły się wyłącznie krótkie konidiofory). Przy dwudziestoczterogodzinnym naświetlaniu grzyb osiągał szybko maksimum wzrostu (w 8 dniu hodowli ciężar suchej masy — 484,1 mg), ale następnie wyraźnie zaznaczał się spadek suchej masy (16 dzień hodowli — ciężar suchej masy — 328,8 mg).

Zbadano również wzrost grzyba w świetle o natężeniu 1200, 1000, 600 i 60 luksów. W zbadanym zakresie intensywności nie stwierdzono również żadnego wpływu hamującego czy stymulującego na wzrost grzybni i konidioforów.

Na podstawie otrzymanych wyników przy dalszych badaniach stosowano naświetlanie hodowli światłem o intensywności 1000 luksów przez okres 6 godzin na dobę.

B. Temperatura. Grzyby hodowano w temperaturze $20^0C \pm 1^0C$, zgodnie bowiem z wynikami Webba (1942) temperatura ta jest optymalna dla rozwoju *A. giganteus*. (W miesiącach letnich termostat chłodzono wodą bieżącą, mimo tego jednak sporadycznie, w wypadku wysokiej temperatury otoczenia, wahania temperatury były większe i dochodziły do $+3^0$).

C. Pożywka. Hodowle prowadzono na prostej pożywce o składzie: 50 g glukozy, 1 g KH_2PO_4, 1 g NH_4NO_3, 1 g $MgSO_4 \cdot 7\,H_2O$, 0,002 g $ZnSO_4 \cdot 7\,H_2O$ i 0,0002 g $FeSO_4$ na 1000 ml wody destylowanej. Pożywkę sterylizowano w autoklawie (1 atm. przez 15 — 20 minut). W wypadkach wyjątkowych, przy badaniu wpływu różnych źródeł węgla na wzrost *A. giganteus* używano do sterylizacji sączków Seitza.

W badaniach początkowych hodowano ten mikroorganizm na pożywce o powyższym składzie, z dodatkiem wody drożdżowej (250 g drożdży piekarnianych na 100 ml wody), podawanej zamiast wody destylowanej. Do badań używano odczynników o możliwie wysokiej czystości. Glukoza pozbawiona witamin oraz wszystkie czynniki wzrostowe pochodziły z firmy Hoffmann-La Roche, Bazylea. Czynniki wzrostowe dodawano do pożywek po sterylizacji. Pożywkę szczepiono przez dodanie do niej zawiesiny zarodników w ilości 0,2 ml na kolbkę. Zawiesinę otrzymywano przez dodanie 25 ml wody destylowanej do hodowli standardowej i staranne wytrząśnięcie.

D. pH. Pożywkę buforowano do pH 6,56 za pomocą mieszaniny buforowej M/15 KH_2PO_4 i M/15 Na_2HPO_4. Stwierdzono bowiem w serii doświadczeń wstępnych, że optymalny rozwój badanego grzyba waha się w granicach 5,75 — 7,10 pH. Poniżej i powyżej tego zakresu następuje zahamowanie rozwoju, bardzo znaczne w środowisku kwaśnym, nieco słabsze w zasadowym, co ilustruje tabela 2.

T a b e l a 2

Wpływ pH pożywki na wzrost grzybni *A. giganteus* w ciemności
Influence du pH des milieux nutritifs sur la croissance à l'obscurité des mycéliums de *A. giganteus*

pH	3,26	3,36	4,28	5,18	5,62	5,75	5,56	6,85	7,10	7,40
sucha masa grzybni w mg poids sec des myceliums mg	95,6 ±6,54	73,4 ±7,46	147,3 ±7,59	188,9 ±4,54	197,1 ±5,26	205,0 ±4,22	237,4 ±7,60	240,8 ±2,68	235,5 ±5,62	144,9 ±3,62

A. giganteus podobnie jak *A. clavatus* (T h o m i R a p e r 1945) należy do wyjątków wśród kropidlaków, które wymagają na ogół środowiska bardziej kwaśnego. Być może, mamy w obu przypadkach zjawisko przystosowania się do środowiska, gdyż w jednym i drugim wypadku naturalnym podłożem jest nawóz zwierzęcy.

E. Czas hodowli. Dla ustalenia czasu hodowli wykreślono krzywą wzrostu grzyba w czasie na świetle i w ciemności. Z podanej na ryc. 2 krzywej dla wzrostu w ciemności wynika, że w okresie 10 dni od momentu zaszczepienia grzyb osiąga swój maksymalny wzrost. Maksimum to utrzymuje się na tym samym poziomie przez okres pozostałej hodowli, aż do 32 dnia od momentu zaszczepienia. Wzrost na świetle posiada przebieg identyczny.



Ryc. 2. Wzrost *Aspergillus giganteus*, na pożywce syntetycznej w ciemności. Odcięte — dni, rzędne — ciężary suchej masy w mg.

Fig. 2. Croissance de l'*A. gigateus* sur milieu synthétique à l'obscurité; abscisses: jours, ordonnées — poids sec (mg).

F. Określanie wysokości konidioforów. Pomiar wysokości konidioforów, przeprowadzany wyłącznie dla kultur hodowanych na świetle, miał na celu jedynie ogólne zorientowanie się w rozwoju konidioforów na różnego typu pożywkach. Po ukończeniu doświadczenia sporządzano zdjęcia fotograficzne kolbek, a następnie mierzono wysokość konidioforów na negatywie, rzutowanym w stałym powiększeniu (1 : 1,5). Wysokość konidioforów mierzono trzykrotnie w każdej kolbce i obliczano z tego średnią wysokość konidioforów w każdej kolbce, a następnie średnią z danej serii doświadczenia. Pomiar przeprowadzano z dokładnością do 0,7 mm. Stosowanie powyższej metody do kultur wyrosłych w ciemności napotykało na duże trudności, ponieważ brzeżne części grzybni, podniesione nieco do góry, zasłaniały bardzo krótkie (3 — 6 mm) konidiofory. Wysokość konidioforów w ciemności nie ulegała zmianom na różnych typach pożywek, dlatego jej wartości zostały w tablicach pominięte.

G. Określanie wzrostu *A. giganteus*. Wzrost grzyba wyrażano w mg suchej masy grzybni. Doświadczenia przeprowadzano zwykle na 20 — 60 kolbkach dla każdej serii, w 2 — 5 powtórzeniach, zależnie od rozbieżności uzyskanych wyników. Z wartości ciężaru suchej masy, uzyskanych dla danego doświadczenia, obliczano średnią arytmetyczną, a następnie błąd średni według wzoru $F_n = \sqrt{\frac{\Sigma (f)^2}{n(n-1)}}$. Podobnie opracowywano pomiary wysokości konidioforów. Przy hodowlach na wodzie drożdżowej obliczano tylko średnie wartości suchej masy i wysokości konidioforów, a dalszego opracowania z reguły nie stosowano.

ZAGADNIENIE AUKSO-AUTOTROFII *A. GIGANTEUS*

W pierwszej części pracy starano się ustalić, czy badany organizm jest aukso-autotrofem, czy też aukso-heterotrofem (Schopfer 1949), oraz czy dodatek pewnych czynników wzrostowych do pożywki syntetycznej wpływa na jego wzrost i ukształtowanie morfologiczne na świetle i w ciemności. W tym celu równolegle badano:

I. Wzrost i rozwój grzyba w warunkach podanych w części metodycznej, na świetle i w ciemności, na pożywce syntetycznej i pożywce z wodą drożdżową w ciągu czterech, następujących po sobie pokoleń.

II. Wpływ dodawania do pożywki syntetycznej różnych czynników wzrostowych na wzrost i morfologię grzybni.

I

Wyniki porównujące wzrost *A. giganteus* na pożywce syntetycznej na świetle i w ciemności w ciągu 4 pokoleń zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Porównanie wzrostu i długości konidioforów *A. giganteus* na pożywce syntetycznej i pożywce z wodą drożdżową w ciągu 4 kolejnych pokoleń. (Hodowla wyjściowa na pożywce z wodą drożdżową)

Comparaison des poids secs et des longueurs des conidiophores de 4 générations de *A. giganteus* développées sur un milieu synthétique et sur eau de lévure. (Culture initiale sur eau de levure)

	Pożywka syntetyczna Milieu synthétique			Pożywka z wodą drożdżową Milieu nutritif eau de levure	
	Światło Lumière		Ciemność Obscurité	Światło Lumière	
	ciężar suchej masy w mg poids sec mg	wysokość konidioforów w cm hauteur des conidiophores cm	ciężar suchej masy w mg poids sec mg	ciężar suchej masy w mg poids sec mg	wysokość konidioforów w cm hauteur des conidiophores cm
Pokolenie 1	188,3 ± 5,54 189,0 + 2,73	3,11 ± 0,05 3,22 ± 0,04	176,5 ± 5,44 173,7 ± 5,29	377,5	4,15
Pokolenie 2	—	—	194,3 ± 3,60 177,0 ± 2,60	375,3	4,45
Pokolenie 3	211,5 ± 2,41 204,8 ± 2,39	2,79 ± 0,03 3,34 ± 0,10	180,8 ± 1,35 215,8 ± 2,48	352,5	4,87
Pokolenie 4	183,4 ± 3,19	3,00 ± 0.04	203,4 ± 4,91	344,5	5,15

Z tabeli tej wynika, że w pierwszym pokoleniu na pożywce syntetycznej sucha masa grzybni spada mniej więcej o połowę wartości osiąganych na pożywce z wodą drożdżową. Następnie w ciągu 3 dalszych pokoleń, hodowanych na pożywce syntetycznej, wartość suchej masy grzybni utrzymuje się na stałym poziomie, wynoszącym około 200 mg na 25 ml pożywki. Wysokość konidioforów w odniesieniu do kontroli na wodzie drożdżowej ulega również skróceniu, ale także utrzymuje się później na mniej więcej stałym poziomie. Szybkość wzrostu (wyrażana również za pomocą suchej masy grzybni) badana co dwa dni hodowli jest we wszystkich czterech pokoleniach identyczna. Hodowle na pożywce syntetycznej wykazują niekiedy tendencję do fragmentowania, intensywność zabarwienia grzybni i konidioforów słabsza niż u odpowiednich kultur na wodzie drożdżowej.

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzić można, że organizm badany jest organizmem aukso-autotroficznym, tzn. posiada zdolność do syntezy wszystkich czynników wzrostowych, potrzebnych do jego normalnego wzrostu i rozwoju. Spadek wartości suchej masy grzybni na pożywce syntetycznej należy więc raczej przypisać obecności w wyciągu dodatkowych, względnie lepiej przyswajalnych przez *A. giganteus* substancji plastycznych. Potwierdzenie tego przypuszczenia starano się uzyskać przez:

a) hodowle, w których zmieniano ilość wody drożdżowej, dodawanej do pożywki od 0 do 25 ml pożywki,

b) hodowle na samym wyciągu drożdżowym bez podawania dodatkowego źródła azotu i węgla,

c) oznaczenie cukru i azotu w wyciągu drożdżowym i podanie tych składników w pożywce syntetycznej w ilości występującej rzeczywiście w wodzie drożdżowej.

Na podstawie wyników otrzymanych z powyższych hodowli stwierdzić można, że wzrost suchej masy grzybni *A. giganteus* na pożywce z wodą drożdżową przypisać należy obecności w wodzie drożdżowej dodatkowych ilości azotu, występujących w formie białka. Wyniki te potwierdzają twierdzenie Wolfa (1938), że przedstawiciele grupy *A. Clavatus* posiadają zdolność wykorzystywania substancji białkowych jako podłoża.

Z badań dotychczasowych wynika już jasno, że hodowle *A. giganteus* w krańcowo różnych warunkach świetlnych, mimo iż tak odmienne morfologicznie, posiadają zarówno szybkość wzrostu, jak i ciężar suchej masy mniej więcej identyczny. Należało rozstrzygnąć, czy podobieństwo to jest dostatecznie ugruntowane, czy też w dotychczas sprawdzonych wypadkach wystąpiło przypadkowo. Odpowiedź na to zagadnienie daje tabela 4, w której porównano średnie ciężary suchej masy grzybni *A. giganteus*, hodowanego na świetle i w ciemności, dla 13 kolejnych powtórzeń, reprezentujących 107 kultur (dla światła) i 101 (dla ciemności). W warunkach wyrównanej hodowli rozrzut średnich jest jednak dość duży (37,5 dla światła, 45,8 dla ciemności) w odniesieniu do średniej rzeczywistej, ale zarówno na świetle, jak i w ciemności średnia rzeczywista jest niemal identyczna. Tabela 4 daje więc bezsporny dowód na to, że aczkolwiek wzrost grzyba na świetle i w ciemności jest identyczny, to jednak rozwój biegnie dwoma odrębnymi torami, dając w rezultacie na świetle grzybnię o parocentymetrowych konidioforach. Webb (1942) stwierdził, że *A. giganteus* rosnący na pożywce z sacharozą tworzył zarówno długie, jak i krótkie konidiofory i na świetle i w ciemności. Tłumaczyć to można tym, że autor ten pracował nad szczepem *A. giganteus* o odmiennych

Tabela 4

Porównanie średnich ciężarów suchej masy grzybni (w mg) *A. giganteus* hodowanej na świetle i w ciemności przez 16 dni, na pożywce syntetycznej

Comparaison des moyennes des poids secs des myceliums (mg) de *A. giganteus* cultivés à la lumière et à l'obscurité pendant 16 jours sur un milieu synthétique

Powtórzenie	Hodowle na świetle Cultures à la lumière	Hodowle w ciemności Cultures à l'obscurité
1	220,86 ± 4,45	207,45 ± 2,64
2	215,98 ± 3,67	212,94 ± 5,40
3	188,30 ± 5,54	180,80 ± 1,35
4	189,03 ± 2,73	194,26 ± 3,60
5	211,50 ± 2,41	176,45 ± 5,44
6	204,75 ± 2,39	177,50 ± 5,26
7	183,40 ± 3,19	177,00 ± 2,60
8	204,25 ± 1,97	188,49 ± 4,52
9	210,26 ± 3,47	213,26 ± 4,75
10	208,80 ± 2,77	210,90 ± 2,19
11	205,26 ± 4,03	183,10 ± 2,20
12	218,37 ± 2,71	183,83 ± 1,84
13	218,70 ± 1,58	222,20 ± 3,33
M max.	220,86	222,20
M min.	183,40	176,45
Średnia rzeczywista Moyenne réelle	207,94	206,08

właściwościach fizjologicznych, co przy dużej zmienności tego grzyba jest możliwe (Thom i Raper 1945, Zurzycka 1956).

W ostatnim etapie badań zbadano, czy szczepienie zarodnikami kultur wyrosłych na świetle oraz kultur hodowanych następnie w ciemności i odwrotnie, wywiera wpływ na wzrost i rozwój *A. giganteus*. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzić można, że zarodniki kultur wyrosłych na świetle, hodowane następnie w ciemności, dają zawsze konidiofory krótkie, natomiast hodowane naprzód w ciemności i przeniesione w następnym pokoleniu na światło dają zawsze konidiofory wysokie. Rozwój konidioforów jest zatem niezależny od warunków hodowli poprzedzającej.

II

Pożywka syntetyczna o składzie podanym w części metodycznej wystarcza zasadniczo do normalnego wzrostu i rozwoju *A. giganteus*. Nie-

mniej jednak wydawało się celowym użycie pożywek wzbogaconych o szereg mikroelementów bądź o szereg czynników wzrostowych syntetycznych i naturalnych, dla zbadania, czy ich obecność nie wywoła zmian we wzroście grzyba lub też wydłużenia konidioforów w ciemności. Poniżej zestawiono skład używanych pożywek.

1. Pożywka zasadnicza + mikroelementy. Pożywka została zmodyfikowana według składu pożywki używanej do badań nad *Neurospora crassa* (Beadle i Tatum 1945). Oprócz składników wymienionych w części metodycznej zawierała ona: 0,1 g NaCl, 0,1 g $CaCl_2$, 0,01 mg B, 0,1 mg Cu, 0,02 mg Mn i 0,02 mg Mo, była więc wzbogacona o szereg pierwiastków o charakterze mikroelementów.

2. Pożywka zasadnicza + mieszanina witamin. Do pożywki zasadniczej dodawano 10 ml na 1 litr pożywki mieszaniny witamin. Podstawowa mieszanina witamin (Beadle i Tatum 1945) zawierała na 1000 ml wody destylowanej następujące ilości witamin: 100 mg tiaminy, 50 mg riboflawiny, 50 mg pirydoksyny, 200 mg pantotenianu wapnia, 200 mg amidu kwasu nikotynowego, 50 mg kwasu paraaminobenzoesowego, 200 mg choliny, 400 mg mezoinozytolu, 10 mg kwasu folowego i 0,1 mg biotyny.

3. Pożywka zasadnicza + mieszanina witamin + β-karoten była sporządzana jak pożywka 2. Do pożywki dodawano 50 mg β-karotenu rozpuszczonego w acetonie i przeprowadzonego w stałą emulsję metodą Kögla i Schuringi (1944).

4. Pożywka zasadnicza + mieszanina aminokwasów zawierała po 0,8 mg/1000 ml pożywki następujących aminokwasów: glycyny, l-alaniny, l-leucyny, dl-cystyny, l-cysteiny, dl-fenylalaniny, l-histydyny, kwasu dl-asparaginowego i l-glutaminowego.

5. Pożywka zasadnicza + hemina zawierała 1 mg heminy na 1000 ml pożywki. Hemina jest substancją konieczną do wzrostu *Pilobolus kleinii* (Page 1952).

6. Pożywka zasadnicza + wyciąg z krowiego nawozu zawierała 16 ml/1000 ml pożywki. Wyciąg sporządzono na wodzie w sposób podany przez Page (1952). Wyniki ilustrujące wzrost i rozwój *A. giganteus* na świetle i w ciemności na powyższych pożywkach zestawiono w tabeli 5.

Rubryki podają dane w % w stosunku do hodowli kontrolnych (na pożywce zasadniczej), prowadzonych osobno dla każdego rodzaju pożywki na świetle i w ciemności. Z danych tych wynika, że wzrost i rozwój *A. giganteus* na badanych pożywkach jest identyczny ze wzrostem i rozwojem w ciemności, żadna więc z substancji badanych nie wywiera wpływu stymulującego.

Poza wymienionymi substancjami zbadano wpływ kwasu beta-indolooctowego (w stężeniach 1 mg — 1.10^{-9} mg/25 ml pożywki), kwasu beta

Tabela 5

Porównanie wzrostu grzybni i konidioforów na różnych typach pożywek
Comparaison de la croissance des myméliums et des conidiophores développés sur différents milieux nutritifs

Rodzaj pożywki Milieu nutritif	Wzrost grzybni w % w odniesieniu do pożywki kontrolnej (zasadniczej) = 100% Poids sec des myméliums exprimé en pourcents des témoins cultivés sur milieu de base (= 100)		Wysokość konidioforów w % w odniesieniu do pożywki kontrolnej = 100% Hauteur des conidiophores en pourcents des témoins
	Światło Lumière	Ciemność Obscurité	Światło Lumière
Pożywka zasadnicza + Milieu de base+			
1. Mikroelementy Microéléments	99,53	101,5	96,7
2. Mieszanina witamin Mélange de vitamines	99,2	102,0	94,9
3. Mieszanina witamin i β-karoten Mélange de vitamines + β-carotène	101,1	99,7	104,8
4. Mieszanina aminokwasów Mélange d/acides aminés	102,1	103,1	94,9
5. Hemina Hémine	102,9	99,3	108,7
6. Wyciąg krowiego nawozu Extrait d'excréments bovins	108,9	102,6	121,56

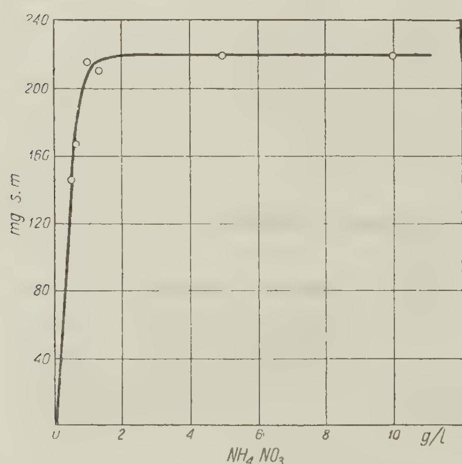
indolopropionowego (1 mg — 1.10^{-9} mg/25 ml pożywki), tiaminy (1 mg — 1.10^{-9} mg/25 ml pożywki), riboflawiny (2.10^{-1} — 2.10^{9} mg/25 ml pożywki) oraz biotyny (1.10^{-1} — 1.10^{-3} μg/25 ml pożywki) na wzrost i rozwój *A. giganteus* w ciemności. Również i w tym wypadku dodatek czynników wzrostowych nie wpływał na wzrost, a konidiofory we wszystkich wypadkach były krótkie. Działania światła nie da się więc zastąpić żadną ze zbadanych substancji.

WPŁYW RÓŻNYCH ŹRÓDEŁ AZOTU I WĘGLA NA WZROST I ROZWÓJ *A. GIGANTEUS*

Przy badaniach nad wpływem różnych źródeł azotu i węgla ograniczono się do użycia niewielkiej ilości związków, przeważnie takich, co do których przypuszczano (na podstawie prac innych autorów na innym materiale), że mogą mieć wpływ albo na wzrost, albo na rozwój *A. giganteus.*

Różne źródła azotu

W dotychczasowych badaniach używano dowolnie wybranego źródła azotu — azotanu amonu — zwykle stosowanego w pożywkach dla pleśniaków, w ilości 1 g na 1000 ml pożywki. Zanim przystąpiono do badań nad różnymi źródłami azotu, starano się stwierdzić, jaka dawka azotanu amonu jest optymalna dla rozwoju grzyba przy zachowaniu stałej ilości glukozy (50 g/1000 ml). Stosowano w tym celu pożywki o zmiennym stosunku glukoza/azotan amonu = 100, 80, 50, 40, 25, 10 i 5 i obserwowano wzrost i rozwój grzyba na świetle i w ciemności. Z otrzymanych wyników okazało się (ryc. 3), że począwszy od stosunku glukoza/azotan amonu = 50 (50 g glukozy i 1 g azotanu amonu) wartość ciężaru suchej masy nie ulega zmianom. Przy dużych dawkach azotanu amonu (glukoza/azotan amonu = 10 i 5) zaobserwowano zahamowanie wzrostu konidioforów na świetle.



Ryc. 3. Wzrost grzybni *Aspergillus giganteus* przy wzrastających dawkach azotanu amonu. Odcięte — ilość g azotanu amonu / 1000 ml pożywki, rzędne — ciężar suchej masy w mg.

Fig. 3. Croissance du mycélium de *A. giganteus* en fonction du dosage du nitrate d'ammonium. Abscisses — g de nitrate d'ammonium par litre du milieu nutritif, ordonnées — poids sec (mg) du mycélium.

Do badań nad przydatnością różnych źródeł azotu wybrano z nieorganicznych soli azotowych, oprócz azotanu amonu, fosforan amonu i azotan potasu, z organicznych szereg aminokwasów (glycyna, l-alanna, d-leucyna, l-leucyna, l-walina i l-asparagina). Zbadano więc połączenia azotu w grupie amonowej, azotanowej i aminowej. Ilości użytych związków azotowych były tak dobrane, aby odpowiadały ilości azotu zawartej w 1 g azotanu amonu. Wyniki hodowli grzyba na różnych źródłach azotu przedstawia tabela 6. Z tabeli tej można wyczytać fakty następujące:

Tabela 6

Porównanie wzrostu grzybni i konidioforów na różnych źródłach azotu

Comparaison de la croissance des myceliums et des conidiophores développés sur différentes sources d'azote

Źródło azotu Source d'azote	Wzrost grzybni w mg suchej masy Poids sec des myceliums mg		Wzrost grzybni w % w odniesieniu do pożywki kontrolnej = 100% Poids sec des myceliums exprimés en pourcents du poids sec des témoins		Wysokość konidioforów w cm Hauteur des conidiophores cm	Wysokość konidioforów w % w odniesieniu do kontroli = 100% Hauter des conidiophores en pourcents des témoins
	Światło Lumière	Ciemność Obscurité	Światło Lumière	Ciemność Obscurité		
Azotan amonu	220,9 ± 4,43	207,5 ± 2,64	100,0	100,0	3,03 ± 0,05	100,0
Azotan potasu	262,9 ± 2,56	206,7 ± 2,58	119,0	99,7	3,63 ± 0,01	119,8
Fosforan amonu	159,9 ± 3,40	164,0 ± 2,15	72,4	79,1	brak	—
Azotan amonu i azotan potasu	219,8 ± 7,65	196,9 ± 5,66	99,5	94,9	3,08 ± 0,02	101,7
1 -- glycyna	217,4 ± 2,42	178,1 ± 1,75	98,4	85,8	3,64 ± 0,01	120,1
1 (+) - alanina	192,6 ± 3,75	176,8 ± 4,79	87,2	85,2	3,68 ± 0,21	121,5
1 (+) - leucyna	143,4 ± 1,68	81,8 ± 2,87	64,9	39,4	brak	—
1 (—) - leucyna	131,8 ± 4,54	89,2 ± 2,73	59,7	43,0	brak	—
1 (—) - walina	210,7 ± 4,32	213,7 ± 3,04	95,4	103,0	brak	—
asparagina	195,4 ± 3,61	182,7 ± 3,06	88,5	88,1	3,57 ± 0,02	114,5

Z nieorganicznych źródeł azotu oprócz azotanu amonu dobrym źródłem azotu jest azotan potasu, natomiast użycie fosforanu amonu odbija się szkodliwie na wzroście i rozwoju grzyba. Na pożywce z fosforanem amonu *A. giganteus* nie tworzy prawie zupełnie zarodników ani na świetle, ani w ciemności. Grzybnia rosnąca na świetle ma barwę jaskrawo pomarańczową, a jej budowa mikroskopowa odbiega od normalnej. Komórki grzybni są bardzo duże, kuliste, luźno ze sobą połączone. Z poczynionych obserwacji wynika, że jon amonowy wpływa stymulująco na biosyntezę barwników u *A. giganteus*, bowiem intensywność zabarwienia grzybni na pożywce z fosforanem amonu i azotanem amonu jest znacznie większa niż na pożywce z azotanem potasu. Podobne wyniki otrzymał S c h o p f e r (1935), który stwierdził, że jakkolwiek azotan amonu nie jest odpowiednim źródłem azotu dla *Phycomyces blakesleeanus*, to jednak wyraźnie stymuluje biosyntezę barwników karotenoidowych u tego organizmu.

Użyte do badań aminokwasy można na podstawie ich wykorzystywania przez *A. giganteus* podzielić na dwie grupy:

Grupa A — glycyna, alanina, asparagina są to dobre źródła azotu dla organizmu badanego. Wzrost grzybni i konidioforów na pożywkach z wymienionymi aminokwasami jest mniej lub bardziej zbliżony do wzrostu na azotanie amonu. W świetle badań G a r t o n a, G o o d w i n a i L i j i n s k y' e g o (1951) produkcja suchej masy *Phycomyces blakesleeanus* jest także na wymienionych aminokwasach w zasadzie taka sama jak na azotanie amonu.

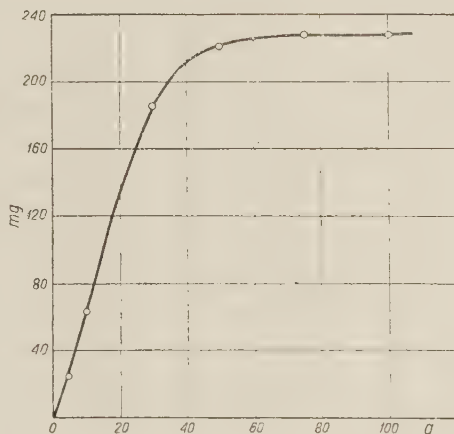
Grupa B — d(+) leucyna, l(—) leucyna i l-walina są nieodpowiednimi źródłami azotu dla *A. giganteus*. Wprawdzie na pożywce z l-waliną sucha masa grzybni nie odbiega od suchej masy grzybni na pożywce kontrolnej, ale zmiany morfologiczne grzybni dyskwalifikują ten aminokwas jako źródło azotu. Na pożywce z waliną grzybnia jest śnieżnobiała lub bardzo lekko kremowa na świetle, całkowicie niemal zanurzona, konidiofory i konidia nie tworzą się w ogóle. W kilku zaledwie wypadkach rozwinęły się pojedyncze płone konidiofory, mające wysokość normalną.

Z tabeli 6 można odczytać jeszcze jeden fakt, a mianowicie, że wzrost grzybni, a więc i prawdopodobnie asymilacja azotu jest w kilku wypadkach lepsza na świetle niż w ciemności. Szczególnie wyraźnie występuje to zjawisko w wypadku stosowania azotanu potasu jako źródła azotu. W tym wypadku różnica wynosi średnio 30%, przekracza więc rozrzut średnich podany w tabeli 6. Szczególnie wyraźnie występuje to w wypadku stosowania nieodpowiednich źródeł azotu. Na pożywkach z d-leucyną i l-leucyną wartość różnicy w ciężarze suchej masy na świetle i w ciemności dochodzi do 50%. O ile chodzi jednak o wzrost i rozwój

konidioforów, to z reguły źle dobrana pożywka hamuje zarodnikowanie lub wywołuje zmiany w morfologii konidioforów, przede wszystkim na świetle.

Różne źródła węgla

Ryc. 4 przedstawia wzrost grzybni *A. giganteus* wyrażony jako funkcja stężenia glukozy w pożywce. Ze zbadanych stosunków glukoza/azotan amonu = 200, 150, 100, 75, 50, 30, 10 i 5 (ilość glukozy zmienna, ilość azotanu stała — 1 g azotanu amonu) wynika, że wzrost grzybni jest proporcjonalny do ilości glukozy aż do stężenia 75 g/1000 ml pożywki. Zwiększenie stężenia do 100 g nie zwiększa już efektu wzrostowego, natomiast stężenia 150 i 200 g na 1000 ml pożywki hamują zarówno wzrost grzybni i konidioforów, co szczególnie wyraźnie zaznacza się na świetle. Na podstawie ryc. 4 uznać można stężenie 50 g/1000 ml pożywki za odpowiednie dla hodowli badanego gatunku.



Ryc. 4. Wzrost grzybni *Aspergillus giganteus* przy wzrastających dawkach glukozy. Odcięte — ilość glukozy (1000 ml. pożywki), rzędne — ciężar suchej masy w mg.

Fig. 4. Croissance du mycélium de *A. giganteus* en fonction du dosage du glucose. Abscisses — g de glucose par litre du milieu nutritif, ordonnées — poids sec (mg) du mycélium.

W stosunku do ilości węgla zawartego w tej dawce obliczano ilości innych źródeł węgla użytych do badań. Zbadano wzrost grzybni i konidioforów na: sacharozie, glicerolu, mannitolu, palmitynianie sodu, olejanie sodu, octanie sodu i cytrynianie sodu. Wyniki hodowli zestawiono w tabeli 7.

Użyte substancje można podzielić na trzy grupy ze względu na ich przydatność do hodowli *A. giganteus.*

Grupa A: sacharoza i glukoza. Oba cukry są doskonałymi źródłami węgla dla *A. giganteus*, powodując szybki wzrost grzybni i konidioforów. Wyniki te potwierdzają częściowo dane uzyskane przez Webba (1942), który stwierdził również, że sacharoza jest dobrym źródłem węgla w stężeniach 1 — 10%, z tym zastrzeżeniem jednak, że także i na tym źródle węgla, podobnie jak na glukozie, konidiofory wysokie tworzą się tylko na świetle, nigdy zaś w ciemności.

Grupa B: glicerol, mannitol, octan sodu, palmitynian i olejan sodu. Przy użyciu tych substancji uzyskuje się słaby wzrost grzybni oraz silne

Tabela 7

Porównanie wzrostu grzybni i konidioforów na różnych źródłach węgla.

Comparaison de la croissance des mycéliums et des conidiophores développés sur différentes sources de carbone

Źródło węgla Source de carbone	Wzrost grzybni w mg suchej masy Poids sec des myceliums mg		Wzrost grzybni w % w odniesieniu do pożywki kontrolnej Poids sec des myceliums exprimé en pourcents du poids sec des témoins		Wysokość konidioforów w cm Hauteur des conidiophores	Wysokość konidioforów w odniesieniu do pożywki kontrolnej = 100% Hauteur des conidiophores exprimée en pourcents de la hauteur des témoins
	Światło Lumière	Ciemność Obscurité	Światło Lumière	Ciemność Obscurité		
Glukoza	343,7 ± 8,18	300,9 ± 2,18	100,0	100,0	3,14 ± 0,05	100,0
Sacharoza	284,9 ± 4,58	255,7 ± 3,12	83,5	85,0	3,64 ± 0,34	115,9
Glicerol	61,3 ± 15,56	60,5 ± 15,75	17,8	20,1	Konidiofory występują sporadycznie	—
Mannitol	83,0 ± 4,84	99,5 ± 4,79	22,9	33,1	„	—
Octan sodu	118,9 ± 11,49	79,2 ± 7,88	34,6	26,3	„	—
Palmitynian sodu	słaby	słaby	—	—	„	—
Olejan sodu	słaby	słaby	—	—	brak	—
Cytrynian sodu	14,9 ± 1,25	21,2 ± 8,01	4,3	7,5	brak	—

zahamowanie rozwoju, wyrażające się słabym i nietypowym zarodnikowaniem zarówno na świetle, jak i w ciemności. Wymienione w tej grupie substancje są doskonałymi źródłami węgla dla innych mikroorganizmów zdolnych do biosyntezy karotenoidów, a mianowicie glicerol dla *Mycobacterium phlei* (Turian 1950 a i b) i *Rhodotorula sanniei* (Fromageot i Tchang 1938), octan sodu dla *Phycomyces blakesleeanus* (Grob, Poretti, Muralt i Schopfer 1951), wyższe kwasy tłuszczowe dla *Pilobolus kleinii* (Page 1952).

Grupa C — cytrynian sodu. Substancja ta działa wyraźnie hamująco na wzrost *A. giganteus*. Wzrost grzybni ustaje prawie natychmiast po wykiełkowaniu zarodników.

W tabeli 7 nie podano wartości ciężaru suchej masy *A. giganteus* uzyskanych na pożywce z palmitynianem sodu i olejanem sodu, ze względu na trudności przy usuwaniu pożywki. Wzrost na obu tych substancjach był rzędu wartości uzyskanych na pożywce z mannitolem.

W tym wypadku rozwój grzyba na niekorzystnych źródłach węgla był znacznie lepszy w ciemności niż na świetle, co szczególnie wyraźnie wystąpiło w wypadku użycia palmitynianu sodu. Na pożywkach z tą substancją zarodnikowanie wystąpiło jedynie w ciemności. Przeniesienie hodowli ze światła w ciemność na okres 2 — 3 dni wywołało od razu wystąpienie zarodnikowania o typie normalnym dla ciemności. Na pożywce z mannitolem bardzo często na świetle tworzyły się konidiofory płone, normalnej wysokości.

OBSERWACJE NAD TWORZENIEM SIĘ KONIDIOFORÓW U *A. GIGANTEUS*

W rozwoju *A. giganteus* zarówno na świetle, jak i w ciemności można wyróżnić dwie fazy: 1) fazę rozwoju grzybni i 2) fazę zarodnikowania. Poniższy schemat daje porównanie przebiegu obu tych faz na świetle i w ciemności na pożywce zawierającej dobrze wykorzystywane źródła węgla i azotu.

Zarodnik

Ciemność	Światło
Faza 1. Rozwój grzybni (szybki wzrost grzybni)	Faza 1. Rozwój grzybni (szybki wzrost grzybni)
Faza 2. Zarodnikowanie	Faza 2. Zarodnikowanie
a. Pojawienie się krótkich konidioforów.	a. Pojawienie się krótkich konidioforów.
b. Pojawienie się licznych krótkich konidioforów.	b. Pojawienie się licznych długich konidioforów (przyspieszenie wzrostu konidioforów).

W ciemności w fazie pierwszej (0 — 8 dni) organizm badany asymiluje szybko węgiel i azot z pożywki, co wyraża się szybkim wzrostem ciężaru

suchej masy grzybni. Fazę drugą zaczyna pojawienie się wielkiej ilości krótkich (2 — 4 mm) konidioforów. W miarę upływu czasu powstają dalsze liczne, krótkie konidiofory.

W hodowlach trzymanych na świetle faza pierwsza przebiega podobnie jak w ciemności, szybki okres wzrostu grzybni kończy się pojawieniem się mniej lub więcej licznych krótkich konidioforów, podobnie jak w ciemności. W tym okresie grzybnia przybiera lekkie żółtawe zabarwienie i pojawiają się pierwsze długie konidiofory, również żółto zabarwione. Dorastają one wysokości 1 — 2 cm, a następnie pojawiają się konidiofory ostatnie o długości 3 — 5 cm (w zależności od rodzaju pożywki), liczne i gęste, decydujące o tak odmiennym wyglądzie grzyba na świetle. Czasami etap drugi, tj. pojawienie się konidioforów średniej wysokości, wypada z tej fazy rozwoju. Faza druga na świetle kończy się również między 12 a 14 dniem hodowli. Różnice morfologiczne u *A. giganteus* wyrosłego na świetle w odniesieniu do wyrosłego w ciemności sprowadzają się do zmian w szybkości wzrostu konidioforów. Na świetle występuje około 10-krotne zwiększenie wzrostu.

W części pierwszej pracy wspomniano już, że pojawienie się długich konidioforów występuje wyłącznie na świetle. W ciemności tworzą się tylko krótkie konidiofory, pod tym jednak warunkiem, że hodowle w ciemności są starannie chronione przed dostępem nawet bardzo słabego światła. W hodowlach w ciemności istnieje pewnego rodzaju tendencja do przyspieszania wzrostu w drugiej fazie rozwoju, wyrażająca się w dość częstym występowaniu grup strzępek powietrznych, płonych, dochodzących nieraz prawie do 1 cm wysokości. Z obserwacji wynika, że minimalne nawet ilości światła docierające do hodowli w ciemności mogą już wywierać działanie formatywne, powodując powstanie nielicznych długich konidioforów.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Aspergillus giganteus Wehm. hodowany na świetle wykazuje uderzające zmiany morfologiczne, w porównaniu z hodowlami w ciemności, powstające na skutek szybkiego wzrostu konidioforów. Zmiany morfologiczne, występujące u *A. giganteus* na świetle, dają się określić jako zjawisko fotomorfozy, bowiem do ich wywołania potrzebne jest światło, nawet o bardzo niskim natężeniu. Działania światła nie udało się zastąpić żadną ze zbadanych substancji chemicznych.

Do momentu rozpoczęcia się drugiej części fazy zarodnikowania procesy wzrostu grzybni i konidioforów przebiegają co do charakteru i szybkości w sposób identyczny. Powstaje pytanie, z jakim zjawiskiem można związać przyspieszenie wzrostu konidioforów na świetle. Zdaniem autorki, pierwszorzędne znaczenie przy wystąpieniu zjawiska fotomorfozy

u *A. giganteus* należałoby przypisać barwnikowi bądź grupie barwników, o charakterze prawdopodobnie karotenoidów (Gardner 1949), tworzących się na świetle. Na potwierdzenie wyżej postawionej hipotezy można przytoczyć szereg faktów zaobserwowanych w niniejszej pracy.

Przede wszystkim kultury *A. giganteus* hodowane na świetle do momentu wytworzenia barwnika tworzą konidiofory krótkie. Pojawienie się barwnika w grzybni poprzedza lub postępuje równolegle z pojawieniem się długich konidioforów. Wyróżnione w rozwoju dwie fazy — faza rozwoju grzybni i faza rozwoju konidioforów — przypominają fazowość pojawienia się barwników karotenoidowych u *Phycomyces blakesleeanus* (Garton, Goodwin i Lijinsky 1950 i 1951). Mamy tu również pierwszą fazę (0 — 5 dni wzrostu) gdzie występuje szybki wzrost suchej masy, i drugą fazę — fazę syntezy karotenoidów, w której tworzenie substancji plastycznych zostaje ukończone. Podobne zjawisko obserwowali Luteraan i Choay (1947) u *Rhodotorula rubra*.

Hodowle na świetle są zabarwione żółto, podczas gdy hodowle w ciemności są białe. Fakt ten, stosunkowo trudny do stwierdzenia u *A. giganteus* ze względu na silne jego zarodnikowanie w ciemności, występuje wyraźnie u *A. giganteus* mut. *alba* (Zurzycka 1956) o białych konidiach. Kropidlak ten, tworzący podobnie jak forma wyjściowa wysokie konidiofory na świetle, zabarwione żółto, w ciemności tworzy krótkie konidiofory, a grzybnia jego jest śnieżno biała.

Wystawienie z ciemności na światło kultur o wyłącznie krótkich konidioforach, hodowanych przez 16 dni w ciemności, a więc takich, u których procesy rozwojowe i wzrostowe zostały zasadniczo zakończone, powoduje naprzód pojawienie się barwnika w grzybni, a dopiero potem tworzenie się długich konidioforów.

Za udziałem barwników w procesie tworzenia długich konidioforów przemawiają wyniki, uzyskane przez Wolfa (1938, 1948) przy doświadczeniach nad wpływem światła barwnego na tworzenie się konidioforów. Światło czerwone, a więc nie absorbowane przez żółty barwik grzybni, działa jak ciemność, wywołując powstawanie wyłącznie krótkich konidioforów, natomiast światło niebieskie powoduje powstanie długich konidioforów.

Nie należy jednak pomijać milczeniem faktów, które mogą przemawiać przeciw postawionej hipotezie udziału barwników w powstawaniu zjawiska fotomorfozy u *A. giganteus*. Przede wszystkim więc w kulturach na pożywce nieodpowiedniej dla rozwoju grzyba następuje zahamowanie rozwoju konidioforów, natomiast synteza barwników wydaje się przebiegać normalnie, a nawet nieco intensywniej, co najwyraźniej występuje w wypadku zastosowania nieodpowiedniego źródła azotu, jakim jest fosforan amonu. Należy także pamiętać, że ilość karotenoidów wystarczają-

ca do wywołania reakcji fototropicznej jest bardzo mała, mimo to jednak stężenie karotenoidów w normalnie rozwijającym się *Phycomyces blakesleeanus* jest znacznie większe (Goodwin 1952). W wypadku *A. giganteus* stężenie barwników w normalnie rozwijającej się grzybni i konidioforach, wyrażające się różną intensywnością zabarwienia organizmu, jest różne, od kremowego do żółtego, co zdaje się bynajmniej nie wpływać na wysokość konidioforów.

STRESZCZENIE WYNIKÓW

1. *Aspergillus giganteus* jest organizmem aukso-autotroficznym, nie wymaga bowiem do normalnego wzrostu i rozwoju żadnych czynników wzrostowych.

2. Ustalono skład pożywki, najbardziej odpowiedni dla hodowli *A. giganteus*. Ze zbadanych źródeł węgla dobry wzrost otrzymano na glukozie i sacharozie. Ze źródeł azotu oprócz azotanu amonu można stosować azotan potasu oraz szereg aminokwasów (glycyna, alanina, asparagina).

3. Stwierdzono, że zmiany morfologiczne na świetle mają charakter zmian fotomorfotycznych, do ich wywołania konieczne jest światło. Żadnym ze zbadanych czynników wzrostowych, naturalnych czy syntetycznych, nie można zastąpić morfotycznego działania światła.

4. Rozwój *A. giganteus* podzielono na dwie fazy — fazę rozwoju grzybni i fazę rozwoju konidioforów. Pierwsza z tych faz przebiega jednakowo na świetle i w ciemności, co wyraża się identycznym ciężarem suchej masy w obu wypadkach. W fazie drugiej następuje około 10-krotne zwiększenie wymiarów konidioforów w porównaniu z konidioforami w ciemności.

Kierownikowi Zakładu Fizjologii Roślin UJ prof. drowi F. Górskiemu składam serdeczne podziękowanie za udzielenie cennych rad i wskazówek.

Zakład Fizjologii Roślin UJ. (Wpłynęło dn. 9.II.1956 r.)

RESUMÉ

Le changement des conditions lumineuses provoque chez *Aspergillus giganteus* Wehm. une réaction remarquable de photomorphose. Cultivé à l'obscurité, cette aspergille forme des conidiophores très courts (3 — 4 mm), par contre chez les cultures exposées à la lumière les conidiophores atteignent plusieurs cms de hauteur et sont fortement colorés en jaune par des pigments appartenant probablement aux caroténoides (Fig. 1 a et 1 b).

L'insuffisance de nos connaissances sur la photomorphose chez *A. giganteus* détermina l'auteur à entreprendre une étude plus detaillée de ce problème. Le présent mémoire résume les résultats de récherches préli-

minaires sur les besoins nutritifs et les conditions de croissance de l'aspergille étudiée.

I. Les cultures. La culture de *A. giganteus* se faisait dans les thermostats dont la température était maintenue à 20°C. Les cultures exposées à la lumière étaient illuminées pendant 6 heures par jour par des tubes lumineux (25 W, 220 V, lumière blanche), dont l'intensité lumineuse s'élevait à 1000 lux. Il résulte des données du tableau 1 que la durée d'illumination adoptée dans nos recherches était la durée optimale.

L'aspergille se développait sur un milieu nutritif de composition très simple; il contenait 50 g de glucose (privé de vitamines), 1 g KH_2PO_4, 1 g NH_4NO_3, 1 g $MgSO_4$, 0,002 g $ZnSO_4$ et 0,002 g $FeSO_4$ par litre d'eau distillée. Le pH du milieu était maintenu à un niveau constant 6,58, par l'addition de KH_2PO_4 (M/15) et de Na_2HPO_4 (M/15) (Tableau 2).

On procédait aux récoltes des mycéliums après 16 jours de croissance, en effet à ce moment, ainsi qu'il résulte de la Fig. 2, le développement de l'aspergille était terminé. Les poids secs des mycéliums servaient de mésure du développement atteint par l'aspergille. La hauteur des conidiophores des cultures exposées à la lumière était mesurée avec une précision de 0,7 mm. Pour obtenir les résultats statistiquement plus sûrs, toutes les expériences ont été répétées plusieurs fois.

II. L'auxo-autotrophie chez *A. giganteus*. Nous avons constaté que *A. giganteus* cultivé sur un milieu synthétique dont la composition a été donnée plus haut, se développe aussi bien à la lumière qu'à l'obscurité (Tableau 3). L'augmentation de la matière sèche observée sur le milieu nutritif contenant l'eau de lévure au lieu de l'eau distillée, doit être attribuée à la plus grande quantité de matière azotée et carbonnée contenue dans le premier milieu. Il résulte des données du Tableau 4 que les cultures à la lumière et à l'obscurité, malgré leur différences morphologiques frappantes, ont des poids secs identiques ou presque. Il s'ensuit que ces différences doivent être attribuées à une utilisation différente de la même substance plastique et non pas à un contenu d'eau different. On a également constaté que l'élongation des conidiophores à la lumière était indépendante des conditions lumineuses dans lesquelles se développaient les cultures de la génération précédente.

Le milieu synthétique suffit pour assurer le développement normale de l'aspergille. Toutefois, il nous a paru indiqué d'étudier son développement sur des milieux nutritifs additionnés de microélements ou de facteurs de croissance synthétiques ou naturels et d'obsérver si la présence de ces substances provoquerait des modifications dans la croissance du mycélium ou dans l'élongation des conidiophores. Il résulte du Tableau 5 que le développement de *A. giganteus* sur les milieux de composition plus complexe ne différait pas du développement sur le milieu synthétique simple. Plus particulièrement aucune parmi les substances ajoutées au milieu synthétique simple n'a exercé d'action stimulatrice sur l'élongation des conidiophores chez les cultures placées à l'obscurité. Il s'ensuit qu'il est impossible de remplacer l'action de la lumière par les substances mentionnées plus haut.

III. L'influence de diverses sources azotées et carbonnées sur le développement de *A. giganteus*. Sur ce point nous avons limité nos recherches à l'étude de quelques substances; notre attention s'est portée

sur celles pour lesquelles, à juger d'après les résultats de travaux précédents, on pouvait présumer qu'elles seraient capables d'exercer une action sur le développement de *A. giganteus.*

A. Toutes les substances azotées employées étaient en proportion azotée avec 1 g de nitrate d'ammonium. Les sels inorganiques NH_4NO_3 et KNO_3 constituaient une source azotée satisfaisante pour la culture d'*A. giganteus*, par contre le phosphate acide d'ammonium s'est révélé comme une source azotée de qualité inférieure. Sur un milieu contenant cette substance on observe des perturbations dans le développement normal de l'aspergille (abaissement du poids sec, absence de sporulation). Il faut toutefois signaler que l'emploi de ce milieu conduit à une forte production de pigments.

Du point de vue de la valeur nutritive les acides aminés se laissent diviser en deux groupes: le premier comprend la glycine, l'alanine et l'asparagine qui sont d'excellentes sources azotées pour *A. giganteus*. Les poids secs et le développement sont à peine inférieurs à ceux observés sur les milieux avec du nitrate d'ammonium. Les acides du second groupe, à savoir la d(—)-leucine, la l(+)-leucine et la l-valine sont des sources azotées de valeur inférieure pour notre aspergille. It est vrai que sur le milieu contenant la valine, *A. giganteus* produit beaucoup de matière sèche mais les changements morphologiques qui apparaissent au cours de la croissance disqualifient cet acide aminé comme une source azotée.

B. Les diverses sources carbonnées employées étaient en proportion carbonnée avec 50 g de glucose. On peut diviser les substances étudiées en trois groupes: a) le sacharose et le glucose sont d'excellentes sources carbonnées pour *A. giganteus;* b) le glicérol, le mannitol, les sels de sodium des acides acétique, palmitique et oléique conduissent à une diminution de la matière sèche plus ou moins prononcée et provoquent à la lumière ainsi qu'à l'obscurité, des perturbations de la croissance qui se manifestent par une sporulation faible et atypique; c) le citrate de sodium est toxique.

IV. Observations sur élongation des conidiophores. Le schéma cidessous resume les principales étapes du développement de *A. giganteus* à la lumière et à l'obscurité. Il en résulte que jusqu'au début de l'étape II b le développement est indépendent des conditions lumineuses et

Spore

Obscurité	Lumière
Etape I. Formation du mycélium accompagnée d'une forte production de matière sèche.	Etape I. Formation du mycélium accompagnée d'une forte production de matière sèche.
Etape II. Sporulation	Etape II. Sporulation
a) formation de conidiophores courts	a) formation de conidiophores courts
b) les conidiophores deviennent nombreux mais restent courts.	b) élongation considérable et rapide des conidiophores.

s'accomplit d'une manière identique dans les deux cas. Toutefois chez les cultures privées de lumière le développement se termine par la formation de conidiophores nombreux mais très courts (Fig. 1 a), par contre chez les cultures exposées à l'action des radiations nous assistons à une nouvelle phase de croissance qui se manifeste par une élongation rapide et considérable des conidiophores (Fig. 1 b).

Le problème qui se pose consiste à découvrir la cause immédiate de cette élongation. Nous sommes d'avis que dans ce phenomène de photomorphose un rôle important revient aux pigments qui apparaissent chez les cultures developpées à la lumière. Cette hypothèse est corroborée par les faits suivants:

a) Jusqu'au moment de la formation du pigment, les cultures de *A. giganteus* maintenues à la lumière forment exclusivement de conidiophores courts et leur élongation coincide avec l'apparition de la pigmentation.

b) Les cultures exposées à la lumière sont colorées en jaune, tandis que les cultures maintenues à l'obscurité sont nettement blanches, particularité qui se manifeste très distinctement chez la mutation *(A. giganteus* mut. *alba)*.

c) L'exposition à la lumière de cultures qui se développaient à l'obscurité et possédaient par conséquent des conidiophores courts, entraîne d'abord la coloration du mycélium et ensuite l'élongation des conidiophores.

d) Selon les recherches de Wolf les radiations rouges (qui ne sont pas absorbées par les pigments jaunes de cette aspergille) ressemblent dans leur action à l'obscurité et sont incapables de provoquer l'élongation des conidiophores.

LITERATURA

Beadle G. W. and Tatum E. L., 1945, Neurospora II. Methods of producing and detecting mutations concerned with nutritional requirements, Amer. J. Bot., 32: 678—685.

Fromageot C. et Tchang J. L., 1938, Sur la synthèse des pigments caroténoides par *Rhodotorula sanniei*, Archiv f. Mikrobiol., 9: 439—448.

Gardner E. B., 1949, Elongation of the conidiophore of *Aspergillus giganteus* in relation to light quality, Amer. J. Bot. 36: 809.

Garton G. A., Goodwin T. W. and Lijinsky W., 1950, The biogenesis of β-carotene in the fungus *Phycomyces blakesleeanus*, Biochem. J. 46: 35.

Garton G. A., Goodwin T. W. and Lijinsky W., 1951, Studies in carotenogenesis. I. General conditions governing β-carotone synthesis by the fungus *Phycomyces blakesleeanus* Burgeff, Bioch. J. 48: 154—163.

Goodwin T. W., 1952, Fungal carotenoids. Bot. Rev., 18: 291—316.

Goodwin T. W., 1952, The comparative biochemistry of the carotenoids, London.

Grob E. C., Poretti G. G. von Muralt A. et Schopfer W. H., 1951, Recherches sur la biosynthèse des caroténoides chez un microorganisme. Production de caroténoides marqués par *Phycomyces blakesleeanus*, Experientia, 7: 218—219.

Luteraan P. J. et Choay J., 1947, Données expérimentales sur l'origine, la formation et le rôle des pigments caroténoides chez les *Rhodotorula,* Ann. Parasitol., 22: 89—93.

Kögl F. und Schuringa G. J., 1944, Über die Inaktivierung von Auxin a lakton bei verschiedenen Wellenlängen und den Einfluss von Carotinoiden auf die Lichtreaktion, Z. f. physiol. Chemie, 280: 148—161.

Page R. M., 1952, The effect of nutrition on growth and sporulation of *Pilobolus.* Amer. J. Bot., 39: 731—739.

Schopfer W. H., 1935, Etude et l'identification d'un caroténoide de champignon, Comp. Rend. Soc. Biol., Paris, 118: 3—4.

Schopfer W. H., 1949, Plants and vitamins, Chronica Botanica.

Thom Ch. and Raper K. B., 1945, A manual of the Aspergilli, Baltimore.

Turain G., 1950, Recherches sur la biosynthèse des caroténoides chez un bacille paratuberculeux. I. Exaltation de la pigmentation par le fer et par le manganèse, Helv. Chim. Acta, 33: 13—16.

Turain G., 1950, Recherches sur la biosynthèse des caroténoides chez un bacille paratuberculeux. III. Inhibition de la pigmentation par la diphénylamine, Helv. Chim. Acta 33: 1988—93.

Webb P. H. W., 1942, Studies on the elongation of the conidiophores of *Aspergillus giganteus* as affected by temperature, nutrients and light, Thesis. Washington Univ. (cyt. wg Thoma i Rapera).

Wolf F. A., 1938, Fungal flora of Yucatan caves, Carnegie Inst. Wash. Publ. 491: 19—21.

Wolf F. A. and Wolf F. T., 1948, The Fungi, T. I. New York.

Żurzycka A., 1956, *Aspergillus giganteus* mut. *alba* Wehm. Acta Soc.. Bot. Pol. (w druku).

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
VOL. XXV — Nr 3
1956

Wzrost i różnicowanie w korzeniu *Phleum pratense*

I. Rozmieszczenie wzrostu podłużnego w korzeniu

Growth and differentiation in the root of Phleum pratense

I. Growth distribution in the root

Z. HEJNOWICZ

Znajomość rozmieszczenia wzrostu w korzeniach jest bardzo powierzchowna; niewiele wykracza poza stan wiedzy ustalonej w tym zakresie przez S a c h s a w końcu ubiegłego wieku.

Badania S a c h s a (1873) polegały na pomiarach przyrostów odległości między znaczkami na powierzchni korzenia. Jest zrozumiałe, że badania tego rodzaju mogły dać tylko przybliżony obraz rozmieszczenia wzrostu; wykazały przede wszystkim to, że najsilniej rośnie część korzenia położona w pewnej odległości od szczytu.

Pełniejszy obraz rozmieszczenia wzrostu w korzeniu nakreśliły dopiero współczesne prace: B r u m f i e l d (1942), G o o d w i n i S t e p k a (1945), oparte na mikroskopowym badaniu powierzchni rosnącego korzenia. Obie wymienione prace zajęły się rozmieszczeniem wzrostu w korzeniu roślin tego samego gatunku, a mianowicie w korzeniu pierwotnym *Phleum pratense*, jednak wnioski, do jakich doprowadziły, nie są zgodne. Pierwszą zatem rzeczą, jaką należało zrobić w związku z podjęciem badań nad rozmieszczeniem wzrostu w korzeniach, było sprawdzenie wyników i metod wymienionych dwu prac.

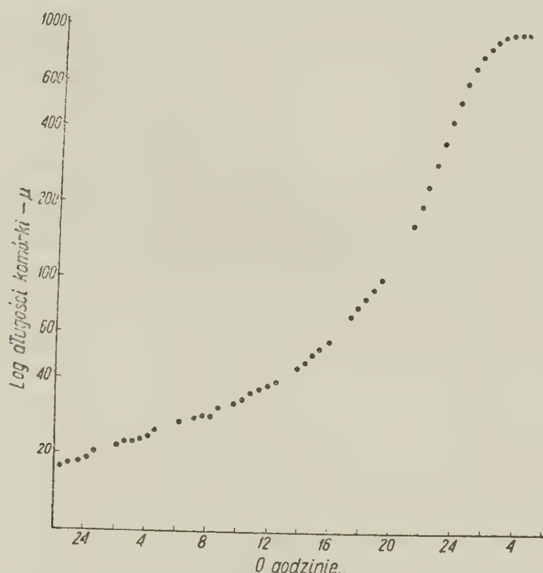
STRESZCZENIE PRACY B R U M F I E L D A[1]

Młoda siewka *Phleum pratense* rosła w wilgotnej kamerze umieszczonej na stoliku zgiętego do poziomu mikroskopu tak, że korzeń znajdował się w pionowym położeniu. Co pół godziny, przez okres prawie 1,5 doby autor fotografował powierzchnię korzenia lub tylko wybraną grupę komórek skórki. Otrzymana w ten sposób seria zdjęć stanowiła podstawę do pomiarów długości wybranych komórek w kolejnych stadiach rozwoju.

---

[1] Streszczenie obejmuje tylko tę część pracy, która dotyczy rozmieszczenia wzrostu w korzeniu. To samo w przypadku pracy G o o d w i n a i S t e p k i.

Wyniki zestawił Brumfield na wykresach, z których jeden reprodukowany jest na ryc. 1. Oś pionowa na wykresie podaje logarytm długości komórki, oś pozioma — czas.



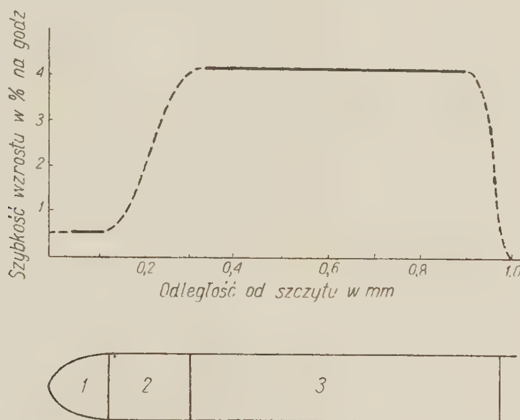
Ryc. 1. Długość komórki skórki w kolejnych odstępach czasu wg Brumfielda 1942.

Fig. 1. Growth curve for an epidermal cell as it passed from the meristematic condition to maturity. Logarithmic plotting. From Brumfield 1942, fig. 4.

Logarytmiczne przedstawienie długości komórek ułatwia ocenę szybkości wzrostu Jak wiadomo bowiem, długość rosnącej komórki w różnych momentach czasu można opisać za pomocą równania $l_t = l_o k^t$ gdzie: l_t — długość komórki po upływie czasu t, l_o — długość początkowa komórki, k — współczynnik względnej szybkości wzrostu, t — czas w jednostkach. Gdy współczynnik wzrostu „k“ jest stały, to logarytm długości komórki jest wprost proporcjonalny do czasu, czyli na wykresie w układzie osi „l_t“ i „t“ otrzymuje się prostą. Odwrotnie, gdy linia wykresu jest prosta w tym układzie osi, to można na tej podstawie wnioskować, że współczynnik wzrostu jest stały. Gdy linia odchyla się do góry — współczynnik wzrasta, gdy odchyla się ku dołowi — współczynnik maleje.

Z danych Brumfielda zestawionych w formie wykresów podobnych do tego, jaki jest reprodukowany na ryc. 1, wynika, że istnieją dwie fazy wzrostu komórek korzenia *Phleum*, charakteryzujące się stałą szybkością wzrostu (stałym współczynnikiem „k“), oddzielone fazą przejściową, w której szybkość wzrostu ulega stopniowej zmianie. W fazie pierwszej szybkość wzrostu jest mała, w fazie przejściowej stopniowo wzrasta, w fazie następnej znów ustala się, ale na wyższym poziomie niż w pierwszej i pod jej koniec gwałtownie spada do zera. Ponieważ można było ustalić położenie komórek w krytycznych momentach czasu (przejście z jednej fazy do drugiej), nietrudno było wykazać, że granice wyróżnionych faz odpo-

wiadają określonym miejscom korzenia. Każdej fazie przyporządkował B r u m f i e l d określoną strefę korzenia, wyznaczając w ten sposób rozmieszczenie wzrostu podłużnego w korzeniu. Wyróżnione przez B r u m f i e l d a strefy różnią się szybkością wzrostu, przy czym w pierwszej i ostatniej szybkość wzrostu jest stała. W pierwszej strefie rozciągającej się na odcinku 0,0—0,14 mm od szczytu szybkość wzrostu wynosi 5,8% na godzinę, w strefie przejściowej — na odcinku 0,14—0,31 mm stopniowo wzrasta, w następnej — na odcinku 0,31—0,98 mm jest stała i wynosi 41% na godzinę. W końcu tej ostatniej strefy szybkość wzrostu gwałtownie spada do zera. Obraz rozmieszczenia wzrostu w korzeniu *Phleum pratense* wg B r u m f i e l d a przedstawia ryc. 2.



Ryc. 2. Strefy wzrostu w korzeniu *Phleum* i szybkość wzrostu w tych strefach wg Brumfielda.

Fig. 2. Diagram showing the growth zones observed in a living root of *Phleum* and the growth rates of epidermal cells in each zone. From Brumfield 1942, Fig. 6.

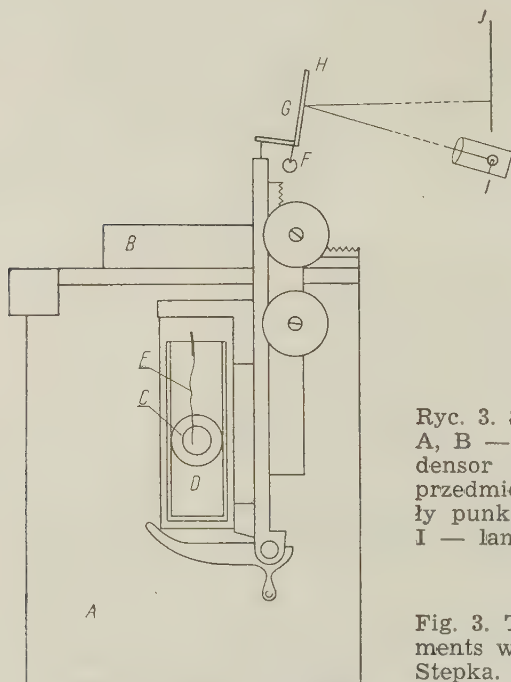
STRESZCZENIE PRACY G O O D W I N A i S T E P K I

Korzeń siewki *Phleum* o długości około 1 cm rósł w kamerze wypełnionej pożywką. Kamera była umieszczona w pionowym położeniu w uchwytach stolika krzyżowego, połączonego za pomocą dźwigni z ruchomym lusterkiem rzucającym obraz włosa z projektora na ekran, tak jak to przedstawia ryc. 3.

Oglądając pod dużym powiększeniem powierzchnię korzenia, autorzy dokonywali wyboru pewnych charakterystycznych punktów siatki ścian komórek skórki. Przesuwając stolik krzyżowy doprowadzali do pokrycia się z włosem okularu każdego wybranego punktu, zaczynając od granicy między kalyptrogenem a osiową częścią korzenia. Przesunięcie stolika powodowało odpowiednie przesunięcie linii z projektora na ekranie powiększając odległości między znaczkami 1600 razy. Wykonując co 10 minut tego rodzaju pomiary ustalili autorzy przyrosty odległości punktów od szczytu, skąd mogli wyliczyć prędkość odsuwania się odeń punktów oznaczając ją symbolem r_x. Wyniki pomiarów autorzy zestawili w formie wykre-

sów, z których jeden reprodukowany jest na ryc. 4. Z interpolowanej krzywej r_x autorzy wyznaczali pochodną charakteryzującą szybkość wzrostu najmniejszych odcinków korzenia [2].

Ostateczny wniosek z badań G o o d w i n a i S t e p k i dotyczących rozmieszczenia wzrostu jest następujący: szybkość wzrostu najmniejszych odcinków zmienia się wzdłuż całej strefy wzrostu, przy czym osiąga bardzo wąskie, ale wysokie maksimum mniej więcej w środku strefy. Obraz rozmieszczenia wzrostu w korzeniu wg G o o d w i n a i S t e p k i podaje kreskowana linia na wykresie (ryc. 4), będąca pochodną krzywej r_x.



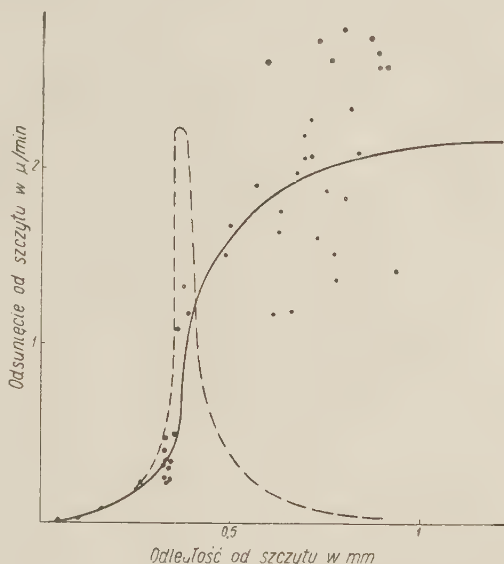
Ryc. 3. Schemat urządzenia Goodwina i Stepki. A, B — stolik zgiętego mikroskopu, C — kondensor znajdujący się z tyłu, D — szkiełko przedmiotowe z kamerą, E — siewka, F — stały punkt oparcia, G, H — lustrzana dźwignia, I — lampa projekcyjna rzucająca obraz włosa, J — ekran.

Fig. 3. The device for recording growth increments which has been applied by Goodwin and Stepka. From Goodwin and Stepka 1945, Fig. 1.

Jak wynika z powyższych streszczeń, wnioski autorów jednej i drugiej pracy, dotyczące rozmieszczenia wzrostu w korzeniu *Phleum*, nie są zgodne. Nasuwa się pytanie, który z tych wniosków jest słuszny; czy

[2] Znajomość rozmieszczenia wzrostu sprowadza się do poznania szybkości wzrostu kolejnych odcinków korzenia. Będzie ona tym precyzyjniejsza, im odcinki te będą krótsze. Szybkość wzrostu odcinka zawartego między punktami x_1 i x_2 łatwo ustalić odejmując r_1 od r_2, bowiem różnica w szybkości przesuwania punktów wynika właśnie ze wzrostu, jaki zachodzi na odcinku korzenia między tymi punktami. Gdy porównywane punkty leżą bardzo blisko siebie, wówczas różnica szybkości przesuwania jest bardzo mała. Nie można więc szybkości wzrostu najmniejszych odcinków wyrazić w jednostkach prędkości, można natomiast wyrazić ją jako granicę stosunku różnicy r_x dwu punktów do odległości między tymi punktami, gdy ta odległość dąży do zera, co jest pochodną funkcji r_x w punkcie x. Pochodna funkcji r_x charakteryzuje więc szybkość wzrostu najmniejszych odcinków korzenia — tym samym charakteryzuje najprecyzyjniej rozmieszczenie wzrostu.

wniosek Brumfielda o istnieniu stref stałej szybkości wzrostu i o gwałtownym spadku szybkości na końcu ogólnej strefy wzrostu korzenia, czy wniosek Goodwina i Stepki o wąskiej strefie bardzo intensywnego wzrostu i o zmianach szybkości w całej strefie wzrostu. Trudno na to pytanie odpowiedzieć na podstawie samego tylko porównania prac. W stosunku do obu bowiem można wysunąć zastrzeżenia tej samej wagi. Znaczny rozrzut danych r_x utrudniający prawidłową interpolację, brak opisu metody interpolowania podaje w wątpliwość wnioski Goodwina i Stepki. Budzi również zastrzeżenia metoda wyznaczania r_x za pomocą mechanicznego powiększalnika takiego, jaki przedstawia ryc. 3. Metoda Brumfielda natomiast jest za mało subtelna; jeżeli rzeczywiście strefa maksymalnego wzrostu jest tak wąska, jak to sugerują Goodwin i Stepka, to metodą Brumfielda nie można by tego wykryć, gdyż komórki w tej części wierzchołka, w której to maksimum miałoby występować, są za długie w porównaniu z postulowaną szerokością strefy i zbyt szybko zmieniają swoje położenie.



Ryc. 4. Wykres danych r_x wraz z interpolowaną krzywą r_x linia ciągła i jej pochodną charakteryzującą szybkość wzrostu najmniejszych odcinków korzenia — linia przerywana, wg Goodwina i Stepki.

Fig. 4. Elongation of *Phleum* root after Goodwin and Stepka. The rate of elongation of the smallest segments of the root is characterized by a broken line.

Aby odpowiedzieć na postawione wyżej pytanie, trzeba było przeprowadzić nowe badania na tym samym objekcie unikając dostrzeżonych błędów.

Dość dawno już Gautheret (1935) podał prostą i łatwą metodę wyznaczania szybkości wzrostu podłużnego w różnych częściach korzenia. Dotychczas, o ile to wiadomo autorowi, nie była ona wykorzystywana; zasługuje jednak w pełni na wydobycie z zapomnienia. Metoda ta polega na wyznaczaniu pod mikroskopem szybkości przesuwania się wybranych punktów korzenia posiadającego unieruchomioną podstawę. Szybkość tego przesunięcia to szybkość wzrostu między unieruchomioną podstawą a danym punktem korzenia; tym samym różnica szybkości

przesuwania dwu punktów to szybkość wzrostu odcinka zawartego między tymi punktami. Za pomocą tej metody można bezpośrednio ustalać szybkość wzrostu różnych części korzeni. Precyzyjność jej można jednak zwiększyć, łącząc ją z teoretyczną metodą Goodwina i Stepki. Mianowicie, z danych, jakie uzyskuje się za pomocą metody Gauthereta — szybkości przesuwania punktów względem podstawy korzenia, czyli p_x — z łatwością można przejść na dane, jakie potrzebne są do obliczeń według metody Goodwina i Stepki — szybkości odsuwania się punktów od szczytu, czyli r_x. Między p_x a r_x istnieje bowiem ścisły związek, mianowicie $r_x = p_0 - p_x$, gdzie p_o jest szybkością przesunięcia punktu zerowego (szczytu korzenia). Można nawet poprzestać na znajomości p_x nie przeliczając ich na r_x, bowiem pochodna krzywej p_x jest identyczna z pochodną krzywej r_x, jeżeli pominąć zmieniony znak.

METODA

Nasiona *Phleum pratense* wysiewano na merli obciągniętej na szalce, przy czym zwisające brzegi merli były zanurzone w pożywce Knopa. Nieco pożywki znajdowało się również wewnątrz szalki. Po dwóch dobach wykiełkowane rośliny z korzeniem długości około 1 cm przenoszono na szkiełko z kamerą, do której wsuwano korzonek. Kamera utworzona była ze szkiełka nakrywkowego grubości 0,1 mm, przylepionego balsamem za pośrednictwem dwu wąskich szkiełek o grubości 0,17 mm na szkiełku przedmiotowym w ten sposób, że między szkiełkiem nakrywkowym a przedmiotowym istniała wolna przestrzeń otwarta z dwu przeciwległych stron i przebiegająca wzdłuż szkiełka przedmiotowego. W przestrzeń tę, wypełnioną pożywką, wsuwano korzonek młodej rośliny tak, że w położeniu pionowym ziarniak opierał się o krawędź kamery, a coleoptile odchylało się od szkiełka przedmiotowego. W ten sposób przygotowany obiekt umieszczano na stoliku horyzontalnie zgiętego mikroskopu. Ażeby zapewnić przewietrzanie wokół korzenia, urządzono przepływ pożywki przez kamerę z ustawionego powyżej naczynia za pośrednictwem knota przeciągniętego przez zagiętą i zawieszoną na krawędzi naczynia rurkę szklaną. Dolny, rozszczepiony na pojedyncze nitki koniec knota dotykał brzegu kamery w ten sposób, że przepływ po obu stronach korzenia był równomierny. Pożywka spływała następnie na pasmo bibuły, a stąd do podstawionego naczynia. W czasie 24 godzin przepływało około 300 ccm pożywki.

Do oświetlenia obiektu użyto lampy punktowej z żarówką 35 watową, przepuszczając promienie przez filtr z nasyconego roztworu $FeSo_4$ o grubości 50 mm celem eliminowania promieni podczerwonych, ponadto przez filtry szklane matowo-biały i barwny, dla osłabienia intensyw-

ności światła. Pracowano przy dwu mikroskopach jednocześnie — przy jednym był użyty filtr zielony, przy drugim czerwony (nie zauważono wpływu barwy światła na wzrost korzenia).

Stosowano imersję olejową 90x n. a. 1,30 i okular 6x z podziałką. Jednostka podziałki odpowiadała w jednym zestawie 0,96 μ, w drugim 1,0 μ. Obserwacje (pomiary) rozpoczynano po 3—5 godzinach od założenia obiektu. Pomiary dla jednego korzenia trwały około 6 godzin. Oświetlenie objektu i szybkość przepływu pożywki były jednakowe i stałe w okresie wstępnym i w okresie pomiarów. Oświetlenie pokoju było naturalne — dzienne. Temperatura wynosiła 20—26°C i była mniej więcej stała dla każdej obserwacji.

Stwierdzono, że osadzenie roślinki na brzegu kamery jest stałe i że przesunięcia korzenia zachodzą tylko na skutek wzrostu w obrębie merystemu wierzchołkowego. Prędkość przesuwania wyznaczano na podstawie przesunięcia ściany poprzecznej w protodermie względem skali okularu w czasie 5 minut. Czas mierzono stoperem. Obrany punkt przed pomiarem orientowano względem punktu zerowego, to jest względem granicy między czepkiem a osiową częścią korzenia, która daje się wyznaczyć z dokładnością około 10 μ na centralnym przekroju optycznym korzenia. Przesuwając stolik mikroskopowy z umocowanym nań obiektem odmierzano odległość między wybranym punktem a punktem zerowym na tej samej skali, na której następnie odczytywano przesunięcie punktu. Ścianę poprzeczną, której przesunięcie śledzono, obierano w czasie mierzenia odległości od szczytu. Przesunięcia odnoszono do pierwotnej odległości punktu. Wybór punktów ze względu na odległość od szczytu przeprowadzano losowo z tym, że co 5—7 pomiar odnosił się do punktu zerowego. Punktem zerowym w wypadku pomiaru jego przesunięcia był jakiś stały punkt w obrębie czepka, właściwy bowiem punkt zerowy nie daje się wyznaczyć z potrzebną dokładnością.

Aby zyskać większe wartości p_x, wyznaczoną wartość mnożono przez dwa, to znaczy przeliczano na 10 minut.

Badania przeprowadzono w lecie (w sierpniu) 1952 r. Wykonano pomiary dla 7 korzeni. Wiele innych korzeni trzeba było zdyskwalifikować już we wstępnym okresie obserwacji na skutek występowania wygięć bądź zahamowań wzrostu.

WYNIKI

Szybkość wzrostu korzeni w warunkach doświadczenia raczej nie odbiegała od szybkości wzrostu korzeni na merli. Nie przeprowadzono wprawdzie ścisłych pomiarów szybkości wzrostu korzeni rosnących na merli, ale wzrokowe porównanie długości korzeni, które 24 godz. znaj-

dowały się w oświetlonej kamerze z korzeniami roślin rosnących cały czas na merli, nie wykazywało różnic.

Szybkość wzrostu korzeni w warunkach doświadczenia odpowiada w pełni szybkości wzrostu, jaką dla warunków normalnych podają Goodwin i Stepka, i jest większa niż w warunkach obserwacji mikroskopowych Brumfielda oraz Goodwina i Stepki. Odpowiednie zestawienie podaje tabela 1.

Tabela 1
Szybkość wzrostu korzeni *Phleum pratense* i długość strefy wzrostu
Growth rates of roots and length of growth zone

Pochodzenie danych	Szybkość wzrostu - growth rate: w warunkach obserwacji mikroskopowej / in microscopic mounts (mm/godzinę mm/hour)	Szybkość wzrostu - growth rate: w szalce / in dish (mm/godzinę mm/hour)	długość strefy / length of zone (mm)
Wg Brumfielda	0,266	—	0,98
In work of Brumfield	0,390	—	—
Wg Goodwina i Stepki In work of Goodwin and Stepka	0,13	0,40—0,44	1,0
Własne — in this work			
korzeń-root nr A	0,545		1,8
„ B	0,417		1,7
„ C	0,454		1,7
„ D	0,530		1,5
„ E	0,425		1,5
„ F	0,474		1,5
„ G	0,412		1,5

Stosunkowo szybki wzrost wskazuje na normalne zachowanie się korzeni w warunkach obserwacji mikroskopowych.

Wyniki pomiarów p_x zestawione są w tabeli 2 oraz na wykresach ryc. 6 w układzie osi p_x i x.

Jak widać, wielkości p_x nie układają się liniowo, ale wykazują pewien stopień rozproszenia. Przyczyną tego rozproszenia jest:

1) niedokładność pomiarów,
2) nierównomierny wzrost.

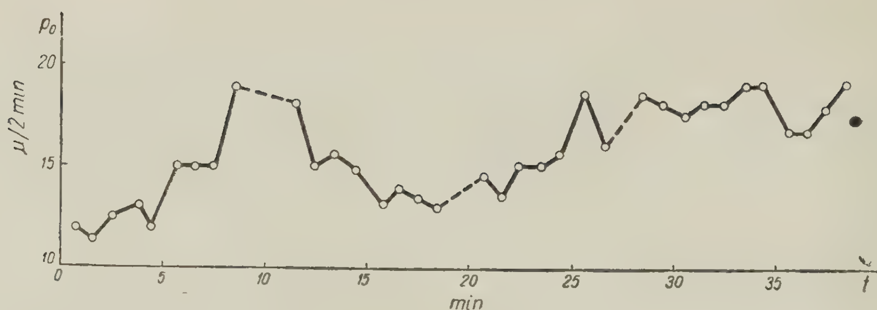
Niedokładność pomiarów wynika choćby stąd, że ta sama ściana poprzeczna, nachylona względem płaszczyzny obrazu, będzie widoczna w różnych punktach skali. Wynikająca stąd różnica nie przekracza jednak 2 μ. Większy błąd popełnia się przy wyznaczaniu położenia punktów — zwłaszcza w wypadku punktów położonych daleko od szczytu. W tym wypadku różnice mogą sięgać do 30 μ.

T a b e l a 2.

Wyniki pomiarów przesuwania się punktów — p_x w μ/5 min. — położonych w różnych odległościach od szczytu korzenia — x w μ.

Displacement of points — p_x in μ/5 min. — lying at various distances from root tip. — x in μ.

korzeń root	A	B		C		D		E		F		G	
x	px	x	px	x	px	x	px	x	px	x	px	x	px
0	45	0	33	0	40	0	44	0	35	0	38	0	35
0	46	400	30	680	28	500	34	364	31	920	14	560	27
400	44	358	31	630	31	820	25	905	8	480	34	700	21
645	34	500	30	1010	18	0	44	672	19	740	23	1100	9
0	45	442	32	360	35	710	31	0	35	970	12	1300	2
540	41	690	25	0	39	540	35	643	21	0	40	0	33
650	37	609	28	360	36	950	18	1065	3	510	32	0	33
750	32	705	24	285	38	870	22	585	21	700	24	700	19
950	21	614	28	450	37	570	37	691	18	400	37	1090	7
0	42	0	33	0	38	300	42	806	13	600	28	500	29
0	45	910	18	0	40	590	32	0	36	840	19	0	36
1100	15	790	20	385	36	1150	13	432	30	1300	3	870	13
0	47	1000	14	450	35	920	24	691	18	450	35	460	29
655	38	1180	10	720	29	1110	12	528	26	0	39	840	17
510	40	0	34	1300	11	500	39	814	14	330	37	0	33
770	32	670	24	885	22	0	44	537	26	830	17	0	32
860	29	860	20	1160	11	1030	16	634	18	1430	0	390	32
0	45	600	29	810	21	900	22	768	16	1140	8	0	37
910	26	510	32	0	38	1100	15	0	36	670	25	300	33
1120	14	400	33	790	23	1380	6	1094	5	290	37	900	13
680	37	525	32	1280	9	1460	4	845	13	480	34	650	24
1130	23	810	23	1100	14	0	44	384	32	860	15	580	23
0	44	0	38	0	35	650	34	797	16	0	39	580	23
1020	20	400	36	1540	5	780	31	682	20	250	39	0	34
975	23	850	23	860	20	890	25	1219	2	970	13	1030	9
1035	20	50	38	0	35	1720	0	1126	3	1280	4	0	34
0	44	400	35	1660	1	1300	8	624	23	640	27	275	34
950	26	300	37			1600	0	816	14	1060	9	400	30
1180	16	425	34			410	38	528	25	1420	2	950	11
1030	20	530	34			0	45	778	15	520	32	850	15
1260	14	700	28			700	33	960	9	0	41	1200	3
620	38	810	24			370	42	845	12	240	38	660	24
1090	19	930	21			1230	10	0	35	880	17	1020	9
490	45	1040	17			1500	1	528	28	660	26	1060	8
660	41	1280	8	E		370	42	960	10	980	15	860	11
810	33	1370	6	x	px	1350	7	403	34	800	21	265	33
0	48	1570	2					566	29	0	41	0	34
1070	20	1700	1	672	20			701	21	1020	12	890	10
0	45	0	32	1400	5			701	20	300	38	810	12
480	41	0	33	1027	6			912	11	1000	9	990	9
740	38			0	34			0	36	1150	7	480	30
0	50			412	30			893	12	0	38	0	40
1100	20			0	36	G		989	8	1240	5	450	31
1280	13			202	36			269	36	600	29	1350	0
1540	10			288	35	x	px	0	36	1180	8	1100	4
1780	1			403	31	850	13	260	34	1440	2	1240	2
				0	37	750	20	1200	3	1480	1	1270	1,5
				480	28	300	34	346	32	1520	1	1310	1
				1094	5	790	16	0	34	1600	0	1350	0
				1257	2	960	10	394	29	0	38	0	33



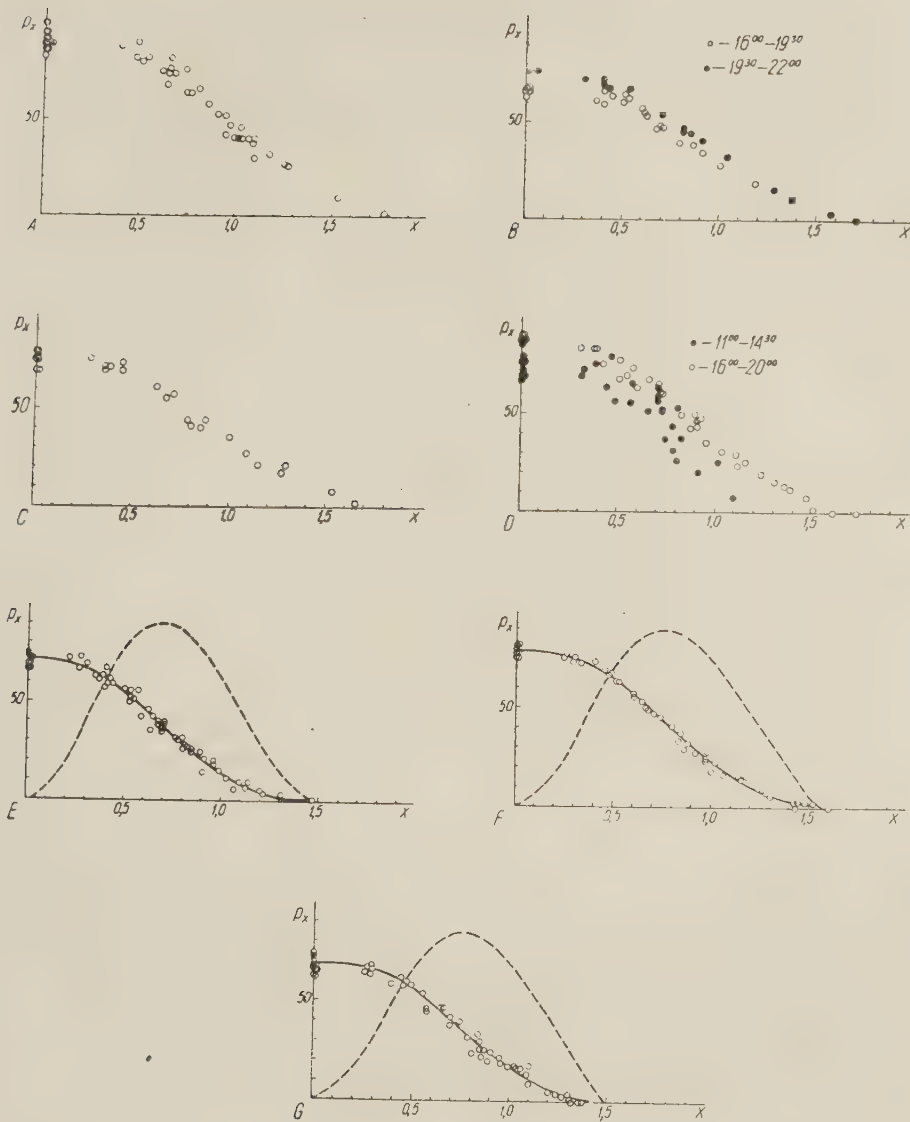
Ryc. 5. Szybkość przesuwania się punktu zerowego w kolejnych 2 minutowych odstępach czasu.
Fig. 5. Rate of displacement of zero point (root apex) at successive intervals of time (interval = 2 min.)

Niedokładność pomiarów wyjaśnia jednak tylko częściowo rozproszenie danych. Znacznie większą rolę odgrywa tu nierównomierność wzrostu. Można było przekonać się o tym bezpośrednio, badając w ciągły sposób przesunięcia punktu zerowego korzenia *A* pod koniec wstępnego okresu. Wykres na ryc. 5 podaje szybkość przesuwania się punktu zerowego, reprezentowanego przez dobrze widoczny punkt siatki ścian w obrębie czepka w kolejnych 2 minutowych odstępach czasu. Niedokładność pomiarów nie wchodzi tu w ogóle w rachubę, gdyż punkt był dobrze widoczny i odpadał błąd związany z wyznaczaniem położenia. Na wykresie tym dają się wyróżnić:

1) wahania szybkości przesuwania wokół pewnej średniej,
2) zmiany szybkości przebiegające w pewnym określonym kierunku: zmniejszanie albo zwiększanie szybkości.

Różnice szybkości przesuwania punktu zerowego są wyrazem różnic w szybkości wzrostu korzenia. Mogą one wynikać stąd, że zmienia się szybkość wzrostu najmniejszych odcinków korzenia (wszystkich albo tylko niektórych), bądź stąd, że zmienia się długość strefy wzrostu. Zmiana długości strefy wzrostu wystąpiła całkiem wyraźnie w wypadku korzenia *D* i *F*. Wydaje się, że ma ona większe znaczenie w wypadku kierunkowych zmian szybkości wzrostu. Wskazuje na to korzeń D*, w którym wzrost ogólnej szybkości wzrostu łączył się z przedłużeniem strefy wzrostu korzenia. W wypadku krótkotrwałych wahań natomiast główną rolę odgrywa prawdopodobnie zmiana szybkości wzrostu najmniejszych odcinków bez zmian długości strefy wzrostu. Należy przypuszczać więc, że zmienia się rozmieszczenie wzrostu. Gdybyśmy mogli obserwować w czasie krzywą rozmieszczenia wzrostu, to zapewne okazałoby się, że ta krzywa faluje, że maksimum jej przesuwa się, wznosi i opada. To właśnie najprawdopodob-

* Patrz ryc. 6, bowiem w tabeli 2 dane dla korzenia *D* odnoszą się tylko do pomiarów w godz. 16—20.



Ryc. 6. Wykresy danych p_x. Dla korzeni E, F, G przeprowadzono interpolację metodą najmniejszych kwadratów — (linia ciągła) oraz wyznaczono pochodną z interpolowanej krzywej (linia przerywana) charakteryzującą szybkość wzrostu najmniejszych odcinków korzenia.

Fig. 6. Displacement of various points on the surface of the root — p_x — plotted as a function of distance from the apex. Broken line: (on diagram E, F, G) first derivative of the curve p_x characterizing the growth of the smallest segments of the root.

niej jest główną przyczyną rozproszenia danych p_x. Jeżeli teza powyższa jest słuszna (badanie zmian rozmieszczenia wzrostu będzie przedmiotem osobnej pracy), to nasuwa się pytanie: czy można w ogóle wyznaczyć rozmieszczenie wzrostu w korzeniu taką metodą, jaką przyjęto w niniejszej pracy?

Z danych przedstawionych na wykresach ryc. 6 wynika, że istnieje możliwość przeprowadzenia prawidłowej ich interpolacji, a tym samym możliwość wyznaczenia rozmieszczenia wzrostu w oparciu o tę interpolowaną krzywą. Należy jednak podkreślić, że wyznaczone tą metodą rozmieszczenie wzrostu to tylko przeciętny stan rozmieszczenia wzrostu w korzeniu.

Na wynik pomiaru p_x wpływa również to, czy wybrano ścianę apikalną trichoblastu, czy też zwykłej komórki skórki. Jak to bowiem wykazali Sinnot i Bloch (1939) oraz Brumfield (1942), trichoblasty rosną wolniej niż zwykłe komórki skórki, przy czym brak jakichkolwiek poślizgów jednej komórki względem drugiej. Przesunięcie zatem apikalnej ściany trichoblastu jest mniejsze niż przesunięcie apikalnej ściany zwykłej komórki skórki na tym samym poziomie. Jest to jedna z dodatkowych przyczyn rozproszenia danych p_x.

Jest rzeczą ciekawą, że mimo wahań szybkości wzrostu korzeń może rosnąć pionowo-prosto bez jakichkolwiek wychyleń. Wynika stąd, że zmiany szybkości wzrostu zachodzą w tym samym stopniu na całym przekroju poprzecznym.

Kierunkowe zmiany szybkości wzrostu, niekiedy bardzo duże, występują przede wszystkim w związku ze zmianą warunków, a mianowicie w okresie wstępnym, gdy korzeń przyzwyczaja się do nowych warunków oświetlenia i przepływu pożywki. Występują jednak również bez jakichkolwiek widocznych wpływów zewnętrznych dyskwalifikując pomiary do wykorzystania. Szybkość przesunięcia punktu zależy wówczas nie tylko od położenia w korzeniu, ale również od fazy wzrostu korzenia. Żeby móc ustalić obraz rozmieszczenia wzrostu, należałoby wyznaczyć w takim wypadku przesunięcie różnych punktów jednocześnie, a nie kolejno w różnych momentach czasu. Z kilkunastu wziętych do obserwacji korzeni tylko kilka, po upływie okresu wstępnego, nie zmieniało w kierunkowy sposób szybkości wzrostu i tylko dla tych kilku korzeni zebrano dostateczną ilość pomiarów, obserwację innych przerywając już na początku.

Analizując rozkład danych p_x na wykresach dziwnym może się wydawać nierównomierne zagęszczenie tych danych, a w szczególności brak liczniejszych danych na odcinku 1—400 μ. Uzasadnienie tego jest następujące: na wspomnianym odcinku wzrost jest na tyle słaby, że szybkość przesuwania punktów niewiele różni się od szybkości przesuwania punktu zerowego. Różnice wynikające z położenia w tej strefie nie tylko że są nie-

znaczne, ale co gorsze są maskowane przez różnice wynikające z wahań szybkości wzrostu. Jak to wyjaśniono już poprzednio, punkty na powierzchni korzenia przesuwają się na skutek wzrostu, jaki zachodzi między tymi punktami a unieruchomioną podstawą korzenia. Im dłuższa ta strefa, im bliżej szczytu położone są rozważane punkty, tym większe wahania w szybkości przesuwania. Podobnie bowiem jak przesunięcie punktu jest sumą wzrostu odcinków oddzielających punkt od podstawy korzenia, tak wahania w szybkości przesunięcia punktu są sumą wahań w szybkości wzrostu poszczególnych odcinków. Gdy wyznacza się przesunięcia punktów w kolejnych momentach czasu, to często różnice wynikające z położenia punktów maskowane są różnicami wynikającymi z wahań szybkości wzrostu, przy czym maskowane są one w różnym stopniu w różnych częściach wierzchołka. W rezultacie obraz rozmieszczenia wzrostu nie jest jednakowo jasny w różnych częściach wierzchołka; jest on najbardziej wątpliwy dla strefy przyszczytowej. Dlatego właśnie z góry rezygnowano z wyznaczania p_x w pobliżu szczytu.

Analizując rozkład punktów p_x na wykresach, dochodzi się do przekonania, że odpowiadają one funkcji $p_x = k - x^b \, 10^{a + cx}$ gdzie „k" — średnia szybkość przesuwania punktu zerowego. Po sprawdzeniu innych możliwości matematycznego wyrażenia p_x przeprowadzono interpolację metodą najmniejszych kwadratów wg tego rodzaju funkcji, ale wyrażonej w logarytmach, przy czym p_x dla wyrazistości wzięto 100 krotnie większe:

$$\log 100\ (k - p_x) = a + b \log x + cx$$

Interpolację przeprowadzono tylko dla trzech korzeni (E, F i G). Interpolowane krzywe wykreślone są na wykresach ryc. 6 ciągłą linią.

Dla uzyskania obrazu rozmieszczenia wzrostu należało wyznaczyć pochodną funkcji p_x. Równanie pochodnej przedstawia się następująco: $\frac{dp_x}{dx} = -p_x \left(\frac{b}{x} + c \ln 10 \right)$ Krzywe odpowiadające tej pochodnej po zmianie znaku minus na plus wykreślone są na ryc. 6 liniami przerywanymi.

Jak widać, szybkość wzrostu najmniejszych odcinków korzenia zmienia się stopniowo osiągając szerokie maksimum w odległości około 700 μ od szczytu przy długości strefy wzrostu około 1500 μ. Spadek szybkości wzrostu od maksimum do zera dokonuje się na długim odcinku korzenia.

DYSKUSJA

Podane wyżej wnioski o rozmieszczeniu wzrostu w korzeniu *Phleum* nie zgadzają się ani z wnioskami Brumfielda, ani z wnioskami Goodwina i Stepki. W czym tkwi przyczyna tych rozbieżności?

Ażeby móc odpowiedzieć na to pytanie, trzeba przede wszystkim porównać dane, które były podstawą wniosków w każdej z prac. Porównując dane niniejszej pracy z danymi Brumfielda, trzeba je wpierw sprowadzić do wspólnego mianownika. W tym celu należy przeliczyć szybkość przesuwania punktów wyrażoną jako funkcja odległości od szczytu na przyrost odległości między punktami w zależności od czasu. Nietrudno to zrobić.

Zmianę odległości punktu względem szczytu w zależności od czasu łatwo ustalić wychodząc z równania:

$$k - p_x = r_x = \frac{dx}{dt} = \frac{x^b\, 10^{a+cx}}{100} \quad \text{skąd: } dt = x^{-b}\, 10^{(cx-a)}\, 100\, dx$$

(znak przy c poprawiono z minus na plus, ponieważ współczynnik ten jest ujemny)

$$t = \frac{100}{10^a} \int x^{-b}\, 10^{cx}\, dx + C \quad \text{przechodząc z 10 na } e \quad 10^{cx} = e^{cx \ln 10};$$

kładąc $c \ln 10 = h$, $e^{cx \ln 10} = e^{xh}$

otrzymujemy: $t = \frac{100}{10^a} \int x^{-b} e^{xh}\, dx + C;$

rozwijając wyrażenie e pod całką w szereg i całkując otrzymujemy ostatecznie:

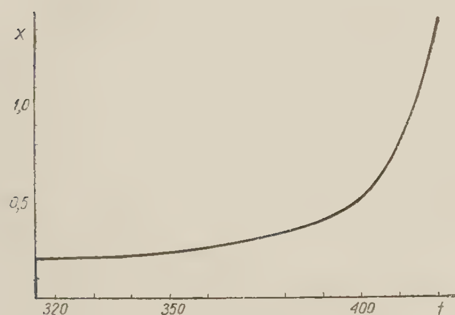
$$t = \frac{100}{10^a x^b} \sum_{1}^{n} \frac{h^{n-1} x^n}{n-b} \, \frac{1}{(n-1)!} + C.$$

Szereg ten jako szybko zbieżny obliczano z dostateczną dokładnością licząc n do 10. Zakładamy, że dla $x = 1$ $t = 0$. Wykres zależności $t = f(x)$ w tych warunkach dla merystemu wierzchołkowego korzenia E przedstawia ryc. 7.

Punkty położone w końcu strefy wzrostu oddalają się od szczytu z szybkością wzrostu korzenia, można więc ten moment wykorzystać dla sprawdzenia poprawności obliczeń. Okazuje się, że stosunek drogi do czasu w końcu strefy wzrostu, wyliczony z krzywej na ryc. 7, odpowiada dokładnie szybkości wzrostu korzenia, dla którego ten wykres był sporządzony. Świadczy to o prawidłowości obliczeń przy sporządzaniu wykresu.

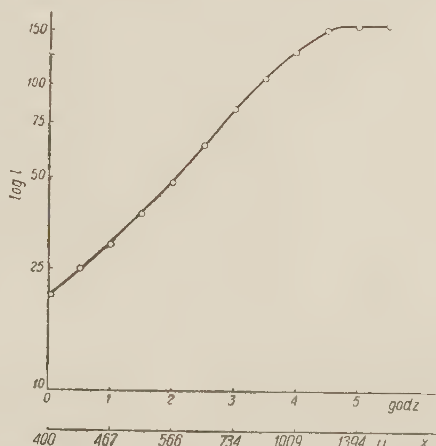
Mając krzywą $t = f(x)$ można, naśladując Brumfielda, zbadać zmiany odległości między punktami w zależności od czasu. W tym celu należy wybrać dwa punkty i przesuwać je po krzywej o taki sam odstęp

czasu. Np. wybieramy dwa punkty położone na krzywej w odległości 10 μ (mierzone względem osi pionowej), które ilustrują nam bazalny i apikalny koniec komórki o długości początkowej 10 μ. Przesuwamy następnie jeden i drugi punkt o taki sam odstęp czasu (mierzony względem osi poziomej). Odległość między punktami w nowym położeniu podaje nam długość komórki po upływie czasu, o jaki przesunęliśmy punkty. Podany sposób wyznaczania długości komórki w kolejnych momentach czasu odpowiada w zupełności sposobowi, jaki zastosował Brumfield w swojej pracy. Autor ten mierzył długości komórek na rosnącym korzeniu; w naszym wypadku są one mierzone na modelu rosnącego korzenia, o którym wiemy, jakiemu rozmieszczeniu wzrostu odpowiada. Można więc sprawdzić metodę Brumfielda; można tą metodą wyznaczyć rozmieszczenie wzrostu na modelu i porównać je z rozmieszczeniem wzrostu, na podstawie którego model ten został skonstruowany.



Ryc. 7. Wykres zależności między położeniem punktu względem szczytu i czasem podczas wzrostu korzenia *Phleum*.

Fig. 7. The distance from tip of a point on the surface of growing root plotted as a function of time. Point at first ($t = 0$) located at distance 100 μ from tip.



Ryc. 8. Długość komórki w kolejnych odstępach czasu; na podstawie funkcji $t = f(x)$. Cyfry pod wykresem podają położenie komórki względem szczytu.

Fig. 8. Length of cell at successive intervals of time; on the basis of function $t = f(x)$.

Długość komórki, która w odległości 400 μ od szczytu posiadała długość 21 μ (zgodnie z rzeczywistymi stosunkami długości komórek), w kolejnych półgodzinnych odstępach czasu przedstawia tabela 3. Na tabeli tej podane są również przyrosty długości komórki w % oraz położenie komórki względem szczytu, ustalone dla jej środka w kolejnych odstępach czasu. Wykres logarytmu długości komórki w zależności od czasu przedstawia ryc. 8.

Z danych o przyrostach długości komórki w kolejnych odstępach czasu wynika, że po okresie silnego wzrostu, w którym zmiany szybkości

Tabela 3.

Długość komórki, jej położenie i przyrost w kolejnych odstępach czasu; na podstawie funkcji t = f (x).

Length of cell, its position and growth in % at successive intervals of time; on the basis of function t = f (x).

czas - time jedn.=10 min. unit=10 min.	położenie - position gran. apik. apic. end	środek middle	gran. baz. basal end	długość length	log 1	przyrost growth $\frac{l_2 - l_1}{l_1} 100$
t		x		l		
0	390	400	411	21	1,322	
3	418	430	443	25	1,398	19,0
6	452,5	467	482,5	30	1,477	20,0
9	491	510	529	38	1,580	26,6
12	542	566	590	48	1,681	26,3
15	606	638	670,5	64,5	1,809	30,3
18	692	734	776	84	1,924	30,2
21	802	855	908	106	2,025	26,2
24	945	1009	1074	129	2,111	21,7
27	1114	1190	1266	152	2,182	17,8
30	1314	1394	1475	157	2,196	3,3

wzrostu są niewielkie, następuje dość gwałtowny spadek tej szybkości. Wniosek jest więc podobny do tego, jaki wyprowadził Brumfield w swojej pracy. Jeszcze lepiej pod tym względem wypada porównanie wykresów logarytmicznych; krzywa na wykresie ryc. 8. odpowiada dokładnie prawej części krzywej Brumfielda przedstawionej na ryc. 1. Na przebiegu tej krzywej daje się wyróżnić odcinek mniej więcej prosty, po którym następuje gwałtowne odchylenie się do poziomu. Znaczy to, że logarytm długości komórki na tym odcinku jest wprost proporcjonalny do czasu. Wynikałoby stąd dalej, że w okresie czasu odpowiadającemu prostemu odcinkowi linii wykresu komórka rosła z jednakową stałą szybkością względną. Odpowiadałaby temu pewna strefa o stałej szybkości wzrostu i ostro zaznaczonej granicy bazalnej — jeżeli powtórzyć tok rozumowania Brumfielda.

Wyznaczając rozmieszczenie wzrostu na modelu metodą Brumfielda, dochodzimy więc do takiego wniosku, do jakiego doszedł Brumfield w swojej pracy, ale sprzecznego z rozmieszczeniem wzrostu w korzeniu, na podstawie którego ten model został skonstruowany. Wniosek uzyskany metodą Brumfielda jest więc fałszywy w odnie-

sieniu do modelu. Prawdopodobnie w tym samym stopniu jest fałszywy wniosek Brumfielda w odniesieniu do korzenia *Phleum*.

Dlaczego metoda Brumfielda prowadzi do błędnego wniosku o istnieniu ostrej granicy strefy wzrostu? Wystarczy spojrzeć na cyfry podające położenie komórki w różnych momentach czasu zawarte w tabeli 3 oraz cyfry wypisane pod wykresem na ryc. 8 (tymi danymi, jak się wydaje, Brumfield nie rozporządzał). Widać, że ten krótki okres czasu, w którym następuje spadek szybkości wzrostu, odpowiada bardzo długiej strefie na wierzchołku. To, co wydaje się być nagłym załamaniem krzywej pod koniec strefy wzrostu, jest nagłe tylko w czasie, a rozciągnięte w przestrzeni.

Czy istnieją strefy o stałej szybkości wzrostu takie, jakie sugerował Brumfield? Według Brumfielda istnieją dwie takie strefy: jedna w pobliżu szczytu, druga nieco dalej. Co do pierwszej strefy trudno zająć określone stanowisko. Jak to już bowiem było podane, nie zebrano dla strefy przyszczytowej dostatecznej ilości danych p_x, a rozmieszczenie wzrostu w tej strefie wyznaczono na zasadzie ekstrapolacji danych dla dalej położonych punktów. Wydaje się całkiem prawdopodobne, że Brumfield ma rację co do szybkości wzrostu w pobliżu szczytu, gdyż w tej części korzenia metoda jego była niewątpliwie w pełni poprawna. Wniosek Brumfielda o istnieniu drugiej strefy o stałej szybkości wzrostu nie odbiega wiele od wyników niniejszej pracy, bowiem różnice szybkości wzrostu najmniejszych odcinków korzenia w strefie wokół maksimum rozciągającej się na odcinku 500—900 μ są na tyle małe, że można je ostatecznie pominąć. Niewielka wypukłość krzywej szybkości wzrostu najmniejszych odcinków w tej strefie, być może, wynika jedynie z charakteru funkcji przyjętej do interpolacji. Równie dobrze dane p_x w tej strefie można by interpolować prostą linią, otrzymując w rezultacie stałą szybkość wzrostu w tej strefie. W każdym bądź razie spadek od tej maksymalnej, prawie stałej szybkości wzrostu nie jest tak gwałtowny, jak to sądził Brumfield.

Przejdźmy do konfrontacji naszych wniosków z wnioskami Goodwina i Stepki. Odszukanie źródła sprzeczności między tymi wnioskami nie jest trudne. Wystarczy zestawić następujące fakty:

1) korzenie w doświadczeniu Goodwina i Stepki rosły nienormalnie wolno, w naszym doświadczeniu rosły z szybkością normalną;

2) rozproszenie danych r_x w pracy Goodwina i Stepki jest znacznie większe niż w naszej pracy i jest tak duże, że właściwie uniemożliwia poprawną interpolację.

Nienormalne zachowanie się korzeni i duże rozproszenie danych nie mogło nie odbić się na wynikach pracy G o o d w i n a i S t e p k i. Niewątpliwie bliższe prawdy są wnioski uzyskane w niniejszej pracy. Ale i tu trzeba pamiętać o tym, że podany obraz rozmieszczenia wzrostu jest jedynie obrazem przeciętnego stanu i że rozmieszczenie wzrostu w konkretnym korzeniu Phleum w danej chwili może daleko odbiegać od rozmieszczenia nakreślonego tutaj.

PODSUMOWANIE

Zadaniem niniejszej pracy było sprawdzenie niezgodnych między sobą wyników badań B r u m f i e l d a (1942) oraz G o o d w i n a i S t e p k i (1945) nad rozmieszczeniem wzrostu w korzeniu *Phleum pratense.*

Na podstawie danych o szybkości przesuwania się różnych punktów powierzchni korzenia pod mikroskopem ustalono, że szybkość wzrostu najmniejszych odcinków korzenia zmienia się stopniowo wzdłuż całej strefy wzrostu, osiągając szerokie maksimum w odległości około 700 μ od szczytu, przy długości strefy wzrostu około 1500 μ. Spadek szybkości wzrostu od maksimum do zera dokonuje się powoli na dość długim odcinku korzenia. Powyższy wynik nie zgadza się ani z wnioskiem B r u m f i e l d a, wg którego istnieje gwałtowny spadek szybkości wzrostu na końcu długiej strefy o stałej maksymalnej szybkości wzrostu, ani z wnioskiem G o o d w i n a i S t e p k i, że istnieje bardzo wąskie, ale wysokie maksimum szybkości nieco przed środkiem strefy wzrostu.

Aby odpowiedzieć na pytanie: co jest przyczyną rozbieżności między wynikiem niniejszej pracy a wnioskiem B r u m f i e l d a, sprawdzono metodę B r u m f i e l d a na modelu sporządzonym na podstawie własnych danych o rozmieszczeniu wzrostu w korzeniu. Wyznaczono metodą B r u m f i e l d a rozmieszczenie wzrostu na modelu i porównano je z rozmieszczeniem, na podstawie którego ten model został skonstruowany. Na tej podstawie wykryto błąd związany z metodą B r u m f i e l d a. Przyczyna rozbieżności między wynikami niniejszej pracy a wnioskiem G o o d w i n a i S t e p k i tkwi w nienormalnym zachowaniu się korzeni i dużym rozproszeniu danych uniemożliwiającym poprawną interpolację w badaniach wymienionych autorów.

Praca niniejsza została wykonana pod kierunkiem prof. dr H e n r y k a T e l e ż y ń s k i e g o. Dużą pomoc w matematycznym ujęciu okazali mi prof. dr W a c ł a w S k r z y w a n oraz mgr A n d r z e j J a g i e l s k i.

Instytut Botaniczny
Uniwersytetu Wrocławskiego im. B. Bieruta
we Wrocławiu

(Wpłynęło dn. 1.III.1956 r.)

SUMMARY

The aim of the present work was to check on the discordant results reported by Brumfield (1942) and by Goodwin and Stepka (1945) from their researches on the distribution of growth in the root of *Phleum pratense* (figs. 2 and 4). For determining the distribution of growth in the present investigation Gautheret's (1935) method was used. This consisted in observing with a microscope the rate of displacement of various points on the surface of the root. The theoretical interpretation was based on the method of Goodwin and Stepka, namely by determining the derivative from the curve plotted for the displacement rate of points. By using a simple arrangement making possible the normal rapid growth of roots in the course of observations with the microscope data on the displacement rate of points in the net of epidermal cell walls were gathered for 7 roots. These results are assembled in Table I and illustrated in fig. 6. By interpolating the data with the least squares method of and by computing the derivative from the interpolated curve, the average conditions of the distribution of growth in *Phleum* roots were defined (fig. 6 E, F, G). It was found that the growth rate of the smallest elements of the root changed gradually along the whole of the zone of growth giving a wide maximum at a distance of about 700 μ away from the tip when the length of the whole zone was about 1500 μ. The drop in the growth rate from maximum to zero was gradual over a fairly long segment of the root. This result is in disaccord with the results reported both by Brumfield, according to whom there is a sudden drop in growth rate at the end of a long zone of constant maximum growth rate, and by Goodwin and Stepka who state that there is a very narrow but high maximum in the growth rate just before the middle of the zone of growth.

To define the reason for the inconsistency between the present results and those reported by Brumfield his method was checked on a model prepared from the author's own data defining the distribution of growth in roots. The distribution of growth was determined with Brumfield's method and this was compared with the distribution from which the model had been constructed. The result obtained disagreed with the distribution which served for making the model. With Brumfield's method a sharp drop in growth rate similar to the drop observed by that writer was obtained. The error in Brumfield's method arises when the position of the measured cell at the successive time intervals is not considered and consequently the circumstance that the sharp drop in the growth rate with time takes place gradually in space passes unnoticed.

The present investigation was carried out under the guidance of Professor Henryk Teleżyński. Very helpful in the mathematical approach was the advice given by Professor Wacław Skrzywan and Andrzej Jagielski M. Sc.

LITERATURA

Brumfield R. T., 1942, Cell growth and division in living meristems, Amer. Jour. Bot., 29: 533—543.

Gautheret R. J., 1935. Recherches sur la culture des tissus végétaux, Paris Librairie E. Le François.

Goodwin R. H., and Stepka W., 1945, Growth and differentiation in the root tip of *Phleum pratense*, Amer. Jour. Bot. 32: 36—46.

Sinnott E. W., and Bloch R., 1939, Changes in intercellular relationships during the growth and differentiation of living plant tissues, Amer. Jour Bot., 26: 625—634.

Sachs J., 1873, Über das Wachstum der Haupt und Neben-Wurzeln, Arb. Bot. Inst. Würzburg, 1.

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
VOL. XXV — Nr 3
1956

Szczątki roślin uprawnych z grodziska halsztackiego w Kamieńcu koło Torunia

Remains of Cultivated Plants from a Hallstatt Fort in Kamieniec near Toruń

K. WASYLIKOWA

KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA STANOWISKA

Opracowany materiał pochodzi z grodziska łużyckiego znajdującego się w Kamieńcu nad Wisłą, w powiecie toruńskim, którego wiek Delekta (1937) ocenia na starszą część okresu halsztackiego (700—550 przed n. e.). W toku prac badawczych, prowadzonych na tym stanowisku w latach 1937-38 przez wymienionego autora, znaleziono liczne naczynia, narzędzia oraz kości zwierzęce i szczątki roślinne. Występujące przy bramie i wewnątrz grodu brązowe grociki strzał typu scytyjskiego przemawiają za tym, że grodzisko zostało zdobyte i spalone przez Scytów (Kostrzewski 1939). Materiał roślinny częściowo pochodzi z ognisk, częściowo zaś został znaleziony w twardej, glinianej jezdni bramy, która wchodziła w skład wału otaczającego grodzisko. Brama miała 8 m długości i 3 m szerokości. Boczne jej ściany zbudowane były z pionowych bierwion dębowych i nakryte poziomymi belkami. Delekta (z listu do B. Jaronia) przypuszcza, że szczątki roślinne wraz z naczyniami i ozdobami zsypały się w czasie pożaru bramy na jezdnię ze strażnicy znajdującej się ponad bramą. Zebrany materiał roślinny został przesłany drowi B. Jaroniowi, który go częściowo rozsegregował, wydzielając bób, groch i proso. Dokładnemu opracowaniu przeszkodził wybuch wojny, której on sam stał się tragiczną ofiarą.

DOTYCHCZASOWY STAN BADAŃ

W literaturze polskiej posiadamy niewiele prac poświęconych badaniom szczątków roślin wydobytych ze stanowisk kultur prehistorycznych. Obok nielicznych opracowań, w których autorzy dają dokładne botaniczne oznaczenia gatunków roślin, w rozmaitych czasopismach archeolo-

gicznych można znaleźć luźne doniesienia o odkryciu szczątków najczęściej gatunkowo nieokreślonych. W 1953 roku ukazał się w „Przeglądzie Archeologicznym" artykuł H. B u r c h a r d ó w n y pt. „Rośliny uprawne w pradziejach Polski", w którym autorka zestawiła wszystkie znane z terenu Polski rośliny uprawne, podając przy tym stanowiska, ich wiek i przynależność kulturową.

Okres halsztacki reprezentowany jest w Polsce dotychczas przez 8 następujących stanowisk: Biskupin pow. Żnin, Kamieniec pow. Toruń, Strzegom pow. Świdnica, Starosiedle pow. Gubin, Chomiąża pow. Środa Śląska, Pokój pow. Opole, Drwęck pow. Ostróda, Polanowice pow. Gubin. Opisano z nich ogółem 14 gatunków roślin uprawnych: *Panicum miliaceum, Triticum dicoccum, T. spelta, T. compactum, T. vulgare, Hordeum polystichum, Secale cereale, Vicia faba* var. *minor celtica nana, Pisum sativum, Lens esculenta* var. *microsperma, Papaver somniferum, Brassica rapa* var. *oleifera, Camelina sativa* i *Linum usitatissimum.*

Z Kamieńca M o l d e n h a w e r oznaczył proso (1951, maszynopis, cyt. z B u r c h a r d ó w n y 1953). W pracy K o s t r z e w s k i e g o pt. „Od mezolitu do okresu wędrówek ludów" i w czasopiśmie „Z otchłani wieków" (1936) są wzmianki o znalezieniu w Kamieńcu pszenicy, jęczmienia i grochu, bez podania gatunków. Ponadto, jak już wspominałam, J a r o ń w swych notatkach wymienia proso, groch i bób. Część materiału z Kamieńca została opracowana przez mgr I. B e n i o w s k ą, która podaje następujące gatunki: *Bromus secalinus* L., *Camelina sativa* C r a n t z., *Carex* sp., *Chenopodium* sp., *Galium spurium* L., *Lolium temulentum* L., *Polygonum convolvulus* L., *Vicia sativa* L., *Vicia sepium* L., *Quercus* sp., *Pinus silvestris* L., (I. B e n i o w s k a 1955).

STAN ZACHOWANIA SZCZĄTKÓW ROŚLINNYCH

Szczątki roślin uprawnych zachowały się w Kamieńcu w dość dużej ilości. Objętość próbki zebranej w jezdni bramy wynosiła 2 litry (wg notatek J a r o n i a). Próbka ta zawierała głównie ziarna zbóż z niewielką domieszką grochu, bobu i chwastów. Materiał z trzech ognisk w ilości łącznej 730 cm³ (wg notatek J a r o n i a), znaleziony na głębokości od 50 cm do 1 m w spaleniskowej, piaszczystej ziemi, składał się w przeważającej części z nasion grochu i bobu. Znacznie mniej było grudek zwęglonego prosa, lnicznika, ziarn zbóż, chwastów, kawałków drewien, kości, grudek gliny i piasku.

Według J e s s e n a i H e l b a e k a (1944) ziarna zbóż pochodzące z czasów prehistorycznych ulegały zwęgleniu pod działaniem ognia albo dzięki powolnym przemianom chemicznym. Drugi sposób, który miał miejsce głównie w jaskiniach i grobowcach, prowadził do powstania ziarn

matowych o niezmienionym kształcie (Neuweiler 1905). Zdaniem Percivala (1934) zwęglanie ziarniaków dokonywało się jedynie drogą powolnych przemian, których przebieg nie jest na razie dokładnie wyjaśniony.

Nasiona z Kamieńca wykazują różny stopień zwęglenia. Niektóre są zupełnie czarne i błyszczące, co zgodnie z Matlakówną (1925) dowodziłoby ich spalenia w ogniu, większość natomiast jest matowa, o barwie od jasnobrunatnej do czarnej.

METODA PRACY

Przy oznaczaniu materiału roślinnego stosowałam głównie metodę morfologiczno-porównawczą, korzystając przy tym ze zbioru owoców i nasion Instytutu Botanicznego UJ oraz z materiałów porównawczych otrzymanych z Zakładu Hodowli Roślin UJ.

W celu dokładnego określenia gatunku prosa próbkę zawierającą plewki poddałam rozjaśnieniu posługując się metodą acetolizy Erdtmana. Otrzymałam w ten sposób fragmenty plewek, na których można było obserwować kształty komórek skórki.

Przy opisywaniu wszystkich gatunków dokonywałam pomiarów posługując się śrubą mikrometryczną lub lupką z podziałką milimetrową. Uzyskane wyniki liczbowe uważam jedynie za przybliżone dane orientacyjne, z których wnioski należy wyciągać ostrożnie, ponieważ:

1) istnieje duża zmienność wielkości u roślin współczesnych w obrębie jednego gatunku, a nawet jednej rośliny (np. w obrębie jednego kłosa),

2) kopalne rośliny uprawne miały owoce i nasiona z reguły mniejsze aniżeli współczesne,

3) różny stopień zwęglenia szczątków powodował niejednakowe zmiany wielkości, przez co wymiary nasion tego samego gatunku z różnych stanowisk nie zawsze są porównywalne,

4) bardzo małe zazwyczaj ilości okazów nadających się do zmierzenia uniemożliwiają zrównoważenie błędu powstałego przy samym wykonywaniu pomiarów. Największa ilość zmierzonych okazów z jednego stanowiska, jaką znalazłam w literaturze, wynosiła 132 (Jaroń 1938). Najczęściej dane liczbowe opierają się na 10 do 50 pomiarach, a zdarzają się przypadki, gdy wzięto pod uwagę tylko kilka lub jeden okaz.

Jeżeli mimo przytoczonych tu zastrzeżeń podaję w tablicach liczbowe zestawienia, to czynię to dlatego, że przy uwzględnieniu cech morfologicznych i anatomicznych niekiedy także wymiary mogą dostarczyć pewnych wskazówek systematycznych.

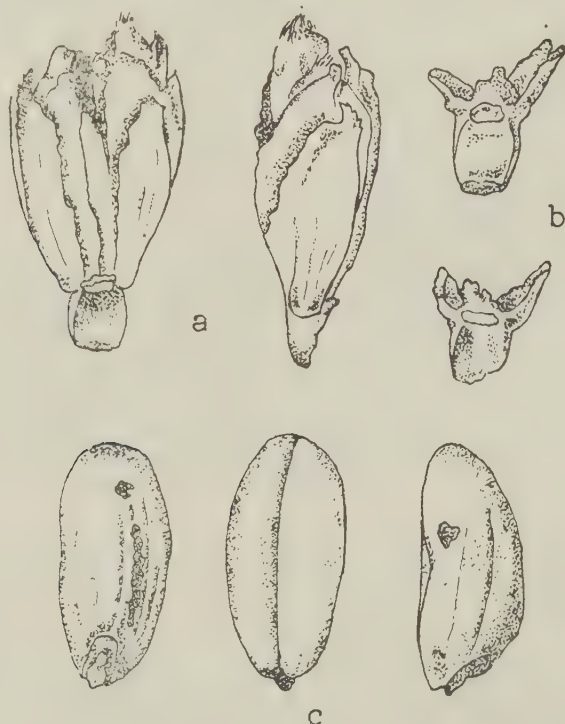
Zanim przejdę do omówienia wyników niniejszej pracy, pragnę podziękować prof. drowi W. Szaferowi i doc. drowi A. Środoniowi za pomoc okazaną mi przy jej wykonywaniu.

ZBOŻA

Spośród zbóż w największej ilości występują pszenice, których różne gatunki wraz z niewielką ilością jęczmienia, roślin strączkowych i chwastów tworzyły mieszankę przypuszczalnie używaną do siewu, podobnie jak to miało miejsce w Biskupinie (Jaroń 1938).

Triticum dicoccum (Schrank.) Schübler
(Tablica I, ryc. 1)

Opis okazów. Płaskurkę *(T. diccocum)* oznaczyłam na podstawie dobrze zachowanych ziarniaków oraz całych kłosków i ich nasad, pochodzących z próbki zebranej na jezdni bramy.



Ryc. 1. *Triticum dicoccum* (Schrank.) Schübler (pow. ± 4×)

a — kłosek od strony brzusznej i z boku, b — nasady kłosków, c — ziarniak od strony grzbietowej, brzusznej i z boku.

Ziarna są zwęglone, czarne lub brunatne, matowe, w zarysie owalne, zwężone równomiernie na obu końcach lub też na górnym łopatowato rozszerzone. Wypukłość grzbietowa najczęściej asymetryczna, w większości przypadków tworzy ostry kant. Jej najwyższe wzniesienie przypada

tuż ponad zarodkiem. Strona bruzdowa jest płaska lub trójkanciasto wklęsła, w części środkowej zwykle fasolowato wgięta. Średnie wielkości ziarn na podstawie 70 pomiarów wynoszą: długość 6,71 mm, szerokość 3,48 mm, grubość 2,72 mm. Jak widać z załączonej tabeli 1, okazy z Kamieńca są dość duże w porównaniu z pochodzącymi z innych stanowisk kopalnych. W stosunku do współczesnych (Percival 1921, cyt. z Jessena i Helbaeka 1944) są one krótsze i szersze. Zmiany te mogą być wywołane zwęgleniem (Matlakówna 1925, Hopf 1955).

Spośród zachowanych kłosków 6 oznaczyłam jako *T. dicoccum*. Pięć z nich zachowało się wraz z członami osi leżącymi poniżej nasady kłoska, co jest charakterystyczne dla tego gatunku. Wszystkie kłoski są dwuziarnowe. Plewy kształtem odpowiadają współczesnym. Mają one wyraźny kil, który na szczycie przechodzi w dość duży, lekko zagięty ząb. Na kilu i zębie znajdują się małe ząbki. Plewy na szczycie są zaokrąglone lub mają krótki bark z zaznaczonym na nim niewielkim wzgórkiem utworzonym przez boczny nerw.

Z materiału wybrałam 23 fragmenty dolnych części kłosków z członami osi poniżej nasady. Średnia szerokość 20 nasad, mierzona przez środek blizny powstałej po odłamaniu członu osi („the articulation breadth" Jessen i Helbaek 1944), wynosi 2,63 mm, maximum 3,5 mm, minimum 2,3 mm. Według Jessena i Helbaeka (1944) szerokość ta dla współczesnego *T. dicoccum* waha się od 2,3 do 3,2 mm, a dla *T. monococcum* od 1,8 do 2,4 mm. Głównie na tej podstawie można odróżnić nasady tych dwu gatunków pszenic. Wymiary odnoszące się do okazów z Kamieńca wskazują na *T. dicoccum*. Jedynie trzy nasady są mniejsze, ich szerokości wynoszą 2,0 mm, 2,1 mm, 2,2 mm, co nie jest jednak wystarczającym kryterium do wyróżnienia *T. monococcum*.

Średnia długość członu osi wynosi na podstawie 15 pomiarów 2,24 mm, średnia szerokość 1,5 mm. Maksymalna długość i szerokość członów z Kamieńca są identyczne ze średnią dla współczesnych (tab. 2).

Pochodzenie. Istnieją dwa sprzeczne poglądy dotyczące pochodzenia *T. dicoccum*. Starszym jest przypuszczenie, że *T. dicoccum* pochodzi od dzikiej *T. dicoccoides* Kcke, występującej w Małej Azji, Palestynie, Syrii, zachodniej Persji i na Zakaukaziu. Do zwolenników tej hipotezy należy między innymi E. Schiemann (1932, 1948), która uważa, że przejście od *T. dicoccoides* do *T. dicoccum* dokonało się w obszarze odpowiadającym w przybliżeniu dzisiejszemu zasięgowi *dicoccoides* (między Małą Azją, Syrią a Palestyną). Stąd pierwotna, niezróżnicowana forma rozeszła się w różnych kierunkach i z biegiem czasu stosownie do rozmaitych warunków środowiska i hodowli wytworzyła dzisiejsze różniące się od siebie rasy. Między innymi dotarła do Abisynii i tam na klimatycznej i ekologicznej granicy zasięgu powstało dzisiejsze centrum zmienności.

Tabe

Zestawienie wymiarów kopalnych i współczesnych ziarniaków

Stanowisko i autor	Wiek	Ilość ziarn	Długość w mm		
			śred.	max.	min.
Wauwilersee, Neuweiler 1924	neolit		—	7	5
Złota, Kozłowska 1920	neolit	—	—	7,4	5,4
Culbin Sands, Jessen i Helbaek 1944	brąz	16	5,3	5,8	3,3
Klein Kuhren, Werth 1942	wcz. żelazo	10	5,12	5,5	3,5
Biskupin, typ I, Jaroń 1938	halsztat	30	5,7	—	—
Biskupin, typ II, Jaroń 1938	halsztat	40	5,35	—	—
Kamieniec	halsztat	70	6,71	7,72	5,71
Weissenfelde, Neuweiler 1935	późno-lateński	—	5,4	6,0	4,8
Malton, Jessen i Helbaek 1944	rzymski	12	5,7	6,6	5,1
Castle Cary, Jessen i Helbaek 1944	rzymski	2	5,4	—	—
Forth & Clyde, Jessen i Helbaek 1944	rzymski	9	5,8	6,6	4,7
L. Solisbury, Jessen i Helbaek 1944	żelazo	10	5,5	5.8	5.2
Gabryeliszki, typ I większe, Matlakówna 1925	VIII w. n. e.	—	7,08	7,50	
Gabryeliszki, typ I mniejsze, Matlakówna 1925	VIII w. n. e.	—	5,80	—	5,50
Gabryeliszki, typ II większe, Matlakówna 1925	VIII w. n. e.	—	6,80	7,03	—
Gabryeliszki, typ II mniejsze, Matlakówna 1925	VIII w. n. e.	—	5.22		5,0
Gabryeliszki, Matlakówna 1929	VIII w. n. e.	—		6,40	4,50
Welona, Matlakówna 1929	XII—XIII w. n. e.	—		6,66	4.27
niezwęglone, Percival 1921	współczesne	—	-	9	7,2
niezwęglone, Matlakówna 1925	współczesne		7.83	—	—
zwęglone, Matlakówna 1925	współczesne	—	6,43	—	—

* Liczby ujęte w nawias obliczone są na podstawie wymiarów zaczerpniętych z pracy danego autora

l a 1

Triticum dicoccum (S c h r a n k.) S c h ü b l e r.

Szerokość w mm			Grubość w mm			Dług.: szer.*	Dług.: grub.*
średn.	max.	min.	średn.	max.	min.		
—	4,6	2,2	—	—	—	—	—
—	4	2,7	—	3	2,3	—	—
2,3	2,7	1,8	2,0	2,3	1,8	2,3	2,7
2,34	3,25	1,75	1,87	2,5	1,5	2,2	2,7
3,02	—	—	2,5	—	—	(1,88)	(2,28)
3,38	—	—	2,59	—	—	(1,58)	(2,04)
3,48	4,12	2,80	2,72	3,10	2,13	1,93	2,47
2,8	3,3	2,4	—	—	—	(1,93)	
2,2	2,6	2,0	1,9	2,1	1,6	2,6	3,0
2,3	—	—	1,9	—	—	2,4	2,8
2,6	2,9	2,1	2,3	2,7	1,9	2,2	2,5
2,7	3,0	2,3	2,2	2,7	1,9	2,1	2,4
3,09	3,35	—	2,30	2,68	—	(2,29)	(3,05)
2,50	—	2,20	2,0	—	1,80	(2,32)	(2,90)
3,50	3,70	—	2,60	2,40	—	(1,94)	(2,61)
3,15	—	3,05	2,45	—	2,30	(1,65)	(2,13)
—	3,45	2,45	—	2,24	1,75	—	—
—	3,35	2,06	—	2,34	1,75	—	—
—	3,4	2,85	—	3,1	2,6	2,6	2,9
2,54	—	—	2,68	—	—	(3,08)	(2,17)
3,63	—	—	2,90	—	—	(1,77)	(2,20)

Tabela 2.
Wymiary kopalnych i współczesnych kłosków oraz członów osi *Triticum dicoccum* (Schrank.) Schübler.

Stanowisko i autor	Wiek	Ilość okazów	Szerokość kłoska*			Ilość okazów	Długość członu			Szerokość członu		
			śred.	max.	min.		śred.	max.	min.	śred.	max.	min.
Dunloy, *Jessen i Helbaek* 1944	neolit	3	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Biskupin, *Jaroń* 1938	halsztat	—	—	—	—	1	1,7	—	—	1,1	—	—
Kamieniec	halsztat	20	2,63	3,5	2,3	15	2,24	2,7	1,5	1,5	1,9	1,0
Jessen i Helbaek 1944,	współczesne	—	—	3,2	2,3	—	—	—	-	—	—	—
Jaroń 1938,	współczesne	—	—	—	—	5	2,7	—	—	1,9	—	—

* mierzona przez środek blizny po członie osi

Według innych badaczy (Wawiłow, Flaksberger, cyt. z Schiemann 1948) *T. dicoccoides* jest jedynie boczną gałęzią rozwojową pszenic tetraploidalnych, nie prowadzącą do form uprawnych. Natomiast płaskurka powstała w Abisynii albo drogą krzyżówek albo też z nieznanej formy wyjściowej, która już wyginęła. Z tego obszaru w czasach przedhistorycznych uprawa *T. dicoccum* rozprzestrzeniła się w dwu kierunkach: na północny-wschód do Syrii i Arabii oraz na północ do Egiptu. Poprzez Syrię dokonywała się w dawnych czasach wymiana między kulturą staroegipską a starobabilońską i tą drogą przypuszczalnie przeszła uprawa płaskurki z Egiptu do Babilonii.

Historia uprawy. Płaskurka wraz z jęczmieniem występuje niemal we wszystkich najstarszych wykopaliskach. Gdybyśmy więc umieli dać odpowiedź na pytanie, kiedy i gdzie rozpoczęła się jej uprawa, uzyskalibyśmy jednocześnie wyjaśnienie zagadnienia początków rolnictwa w ogóle. Najdawniejsze znaleziska zawierające w większej ilości *T. dicoccum* pochodzą z delty Nilu (Merimde Bêni Salame, Ma'assari, Ma'adi, Fayum) i są datowane na 5 do 4 tysięcy lat przed n. e. Nieco młodsze jest stanowisko z piramidy Dashur (± 2600 przed n. e.). Mniej więcej współcześnie znana była płaskurka w Mezopotamii, czego dowodzi znalezisko w Tello (około 3100 przed n. e.).

Co do czasu, w którym płaskurka przybyła do Europy, zdania różnych badaczy są podzielone. Jedni uważają, że mogło to mieć miejsce w mezolicie (między innymi Werth 1942), inni wiążą pojawienie się tego zboża na kontynencie europejskim z neolitem (Schiemann 1948). Najstarsze w Europie odciski jęczmienia i płaskurki pochodzą z późnomezolitycznego wykopaliska nad jeziorem Mälar w Szwecji (około 3600 przed n. e., oznaczał Florin, cyt. z Schiemann 1948). W młodszej epoce kamiennej

uprawa *T. dicoccum* zajmowała duże obszary w Europie zachodniej i środkowej. W późniejszych okresach zasięg jej zmniejszył się.

Do czasów obecnych uprawa *T. dicoccum* utrzymała się w kilku niewielkich, oddzielonych od siebie ośrodkach w Europie, Azji i północnej Afryce, zamieszkanych przez ludy o pierwotnej kulturze. Obszary te, które dawniej były centrami kulturalnymi, posiadają dziś swe lokalne rasy płaskurki, wytworzone prawdopodobnie dzięki izolacji geograficznej (Schiemann 1932).

Na teren Polski pierwsza ludność rolnicza przybyła z Moraw w I okresie neolitu polskiego (2500—2300 przed n. e., Kostrzewski 1939). Byli to przedstawiciele kultury starszej ceramiki wstęgowej. Obok rolnictwa i hodowli zwierząt ludy te przyniosły ze sobą znajomość garncarstwa, tkactwa i ulepszeń obróbki kamienia. Podobnie jak w innych krajach najstarsze wykopaliska polskie dostarczające zbóż zawierają *T. dicoccum.* Są to trzy stanowiska neolityczne (Burchardówna 1953): jedno z Książnic Wielkich pow. Pińczów i dwa ze Złotej pow. Sandomierz. Z Biskupina — okres halsztacki — Jaroń (1938) oznaczył dobrze zachowane ziarna i jeden kłosek. Najmłodsze dotychczasowe znalezisko płaskurki z terenu Polski pochodzi z okresu wczesnohistorycznego ze Szczecina (Burchardówna 1953).

Triticum spelta L.
(Tablica II, ryc. 2)

Opis okazów. Wśród szczątków oznaczonych jako *T. spelta* znajduje się 35 ziarniaków, 10 kłosków, 4 fragmenty kłosków z zachowanym 1 ziarnem, 8 plew oraz 8 nasad kłosków. Wszystkie okazy są matowe, barwa brunatna wskazuje na niezupełne zwęglenie.

Ziarna są długie, wąskie, dość płaskie, w zarysie eliptyczne, na końcach zaostrzone lub zaokrąglone. Wypukłość grzbietowa łagodna i symetryczna, jej największe wzniesienie przypada mniej więcej w połowie długości ziarna. Średnie wielkości na podstawie 35 pomiarów wynoszą: długość 6,93 mm, szerokość 3,18 mm, grubość 2,48 mm. W porównaniu ze współczesnymi mają one bardziej stępione końce i mniejszą grubość. Wielkość ziarn leży już w granicach podawanych dla współczesnych (tab. 3).

Jeden z oznaczonych kłosków *T. spelta* jest trójziarnowy, siedem dwuziarnowych i dwa jednoziarnowe. Kłoski wykazują charakterystyczny dla orkiszu kształt plew i przełamanie osi kłosa. Plewy posiadają słabo zaznaczony kil zakończony niewielkim zębem oraz poziomy i szeroki bark, na którym znajdują się jeden lub dwa wzgórki. Na powierzchni plew

T a b e l a 3.

Zestawienie wymiarów kopalnych i współczesnych ziarniaków *Triticum spelta* L.

Stanowisko i autor	Wiek	Ilość ziarn	Długość w mm			Szerokość w mm			Grubość w mm			Dług.: szer.*	Dług. grub.*
			śred.	max.	min.	śred.	max.	min,	śred.	max.	min.		
Fifield Bavant, J e s s e n i H e l b a e k 1944	wczesne żelazo	4	5,6	6,3	4,7	2,5	3,0	2,2	2,0	2,5	1,6	2,3	2,9
Biskupin, J a r o ń 1938	halsztat	35	5,67	—	—	2,89	—	—	2,15	—	—	(1,97)	(2,63)
Kamieniec	halsztat	35	6,93	7,96	6,20	3,18	4,03	2,61	2,48	2,90	2,13	2,18	2,79
Gabryeliszki, M a t l a k ó w n a 1925	VIII w.n.e.	—	—	6,70	4,78	—	3,46	2,83	—	2,60	2,15	—	—
niezwęglone, P e r c i v a l 1921	współczesne	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,5	2,8
niezwęglone, M a t l a k ó w n a 1925	współczesne	—	6,87	—	—	3,13	—	—	2,56	—	—	(2,19)	(2,68)
zwęglone, M a t l a k ó w n a 1925	współczesne	—	5,76	—	—	3,44	—	—	2,94	—	—	(1,67)	(1,96)
niezwęglone	współczesne	11	7,96	8,73	7,29	3,14	3,96	2,45	2,72	3,02	2,12	2,53	2,92
niezwęglone	współczesne	11	8,21	8,70	7,50	2,91	3,22	2,53	2,60	2,82	2,34	2,81	3,16

* liczby ujęte w nawias są obliczone na podstawie wymiarów zaczerpniętych z pracy danego autora.

zwróconej od kila w stronę grzbietu kłoska widać kilka wyraźnych nerwów, co różni *T. spelta* od *T. dicoccum* (Jessen i Helbaek 1944). Zachowane człony osi kłosków umieszczone są ponad nasadą kłosków. Wymiary dwu członów podaję w tabeli 4.

Tabela 4.
Wymiary członów osi *Triticum spelta* L.

Stanowisko i wiek	Długość w mm	Szerokość w mm	
		u dołu	u góry
Kamieniec, halsztat	3,7	1,0	2,0
„ „	4,3	1,0	2,4
v. *Arduini,* współczesne	7,2	1,9	3,7

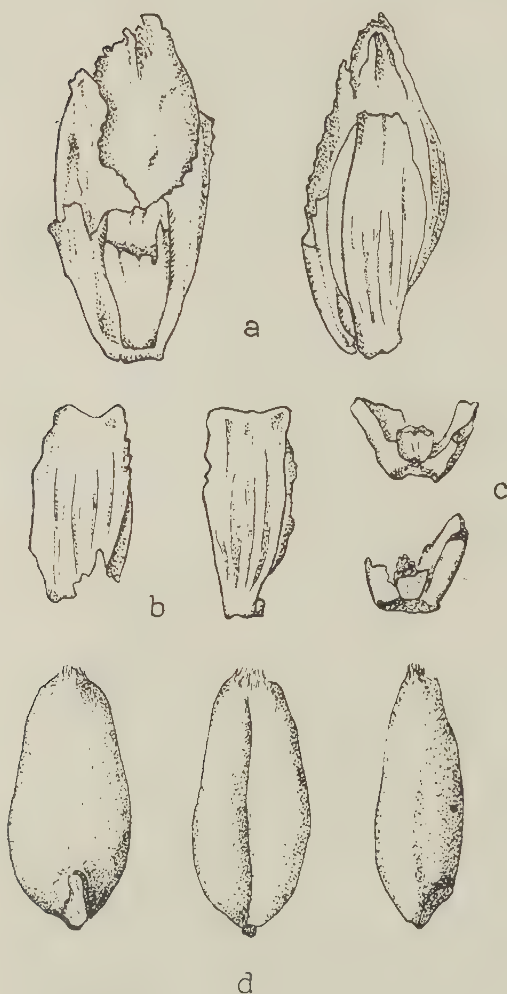
Według Flaksbergera (1935) długość członu osi u orkiszu jest mniej więcej dwa razy większa aniżeli jego szerokość w górnej części, a trzy razy większa niż szerokość u dołu. W dużym przybliżeniu podobny stosunek długości do szerokości występuje u znalezionych okazów, mimo że są one znacznie mniejsze od współczesnych.

Do omawianego gatunku pszenicy zaliczyłam ponadto 8 plew i 8 nasad kłosków.

Pochodzenie. Wypowiadane przypuszczenia (Schulz, Tschermak, cyt. z Miczyńskiego 1933), że orkisz jest formą pierwotną, z której powstały inne pszenice miękkie, wydają się mało prawdopodobne. Nie znamy także żadnej dzikiej pszenicy, w której moglibyśmy doszukiwać się pośredniego lub bezpośredniego przodka orkiszu. Mimo starannych poszukiwań wielu ekspedycji naukowych, głównie radzieckich, w południowo-zachodniej Azji, która jest centrum genetycznym pszenic hexaploidalnych, nie znaleziono dzikiej formy z tej grupy. Usiłowano więc za pomocą innych metod wyjaśnić problem pochodzenia *T. spelta.* W wyniku licznych badań morfologicznych, serologicznych, cytologicznych i genetycznych można sformułować dwie hipotezy (Schiemann 1948). Według jednej z nich orkisz powstał drogą mutacji chromosomowych z *T. aestivum aestivo-compactum,* według drugiej z krzyżówki *T. dicoccum* x *T. aestivum.*

Historia uprawy. Dane archeologiczne wskazują, że *T. spelta* nie było znane ani we wschodnich, egipsko-semickich kulturach, ani w grecko-rzymskiej starożytności. Najstarsze neolityczne wykopaliska pochodzą z Polski (Kozłowska 1920, Zabłocki i Żurowski 1934), Niemiec i przypuszczalnie z Danii (Schiemann 1954). Z epoki brązu podawany jest ten gatunek z palafitów zachodnio-szwajcarskich

i południowo-niemieckich, gdzie orkisz był wtedy pospolicie uprawiany, a nawet — jak pisze Neuweiler (1931) — przedstawiał główne zboża. Na tych terenach grupują się również halsztackie stanowiska orkiszu. W południowej Anglii stwierdzono występowanie tego gatunku od wczesnego żelaza do okresu rzymskiego. Prawdopodobnie przybył on tutaj z inwazją ludów z północnej Francji i z Belgii, z Ardennów (Jessen i Helbaek 1944).



Ryc. 2. *Triticum spelta* L. (pow. ± 4 ×) a — kłosek od strony brzusznej i z boku, b — plewy, c — nasady kłosków, d — ziarniak od strony grzbietowej, brzusznej i z boku.

W Polsce z okresu halsztackiego Jaroń (1938) opisał *T. spelta* z Biskupina. Oznaczenia swego nie uważa za zupełnie pewne, ponieważ oparte było ono wyłącznie na ziarniakach. Znalezienie charakterystycznych kłosków tego gatunku w Kamieńcu potwierdza istnienie uprawy orkiszu na terenach Polski północnej we wczesnej epoce żelaznej. Najmłodsze stanowisko polskie pochodzi z okresu wczesnopiastowskiego ze Szczecina (Burchardówna 1953).

Z terenu Związku Radzieckiego, ze Żmudzi, opisane zostały dwa wczesnohistoryczne wykopaliska zawierające *T. spelta* (Matlakówna 1925, 1929).

Całokształt materiału kopalnego przemawia za tym, że uprawa orkiszu znana była w Europie już w neolicie, a w epoce żelaza zasięgiem swym objęła Anglię, Danię, południowe Niemcy i zachodnią Szwajcarię, Polskę oraz zachodnie krańce ZSRR.

Dzisiaj orkisz uprawia się tylko w kilku niewielkich ośrodkach w Europie (Schiemann 1932, 1948).

Ojczyzny *T. spelta* dopatrywano się w różnych terenach: w centralnej lub południowo-zachodniej Azji, we wschodniej Europie lub w krajach śródziemnomorskich. Większość autorów wyraża przypuszczenie, że gatunek ten powstał w środkowej Europie (J e s s e n i H e l b a e k 1944, S c h i e m a n n 1932, 1948).

Triticum aestivum L. em F i o r. et P a o l. (= *T. vulgare* V i l l.)
(Tablica III, ryc. 3)

O p i s o k a z ó w. Oznaczenie gatunku pszenicy tylko na podstawie nagich, pozbawionych plewek ziarn budzi poważne wątpliwości. W materiale *T. aestivum, aestivo-compactum, spelta,* a nawet *dicoccum* zdarzają się ziarna zupełnie podobne do siebie. Szczególnie trudno odróżnić blisko spokrewnione *T. aestivum* i *aestivo-compactum,* które przez wielu badaczy są zaliczane do jednego gatunku.



Ryc. 3. a — *Triticum aestivum* L. ziarniak od strony grzbietowej, brzusznej i z boku (pow. ± 4 ×), b — *Triticum aestivum* L. podgr. *aestivo-compactum* ziarniak od strony grzbietowej, brzusznej i z boku (pow. ± 4 ×).

Z dość obfitego materiału, jaki zachował się na jezdni bramy w Kamieńcu, wybrałam ziarna wielkością i kształtem odpowiadające opisom dwu wyżej wymienionych form z innych stanowisk prehistorycznych. Uwzględniłam przy tym wyniki badań M a t l a k ó w n y nad spalaniem zbóż, które wykazują, że różne gatunki pszenicy przy zwęgleniu przybierają charakterystyczne dla siebie kształty. Ziarniaki oznaczone przeze mnie są dość silnie zwęglone, czarne lub ciemnobrunatne, matowe.

Do *T. aestivum L.* zaliczyłam ziarna w zarysie owalne (zbliżone do ziarn kawy) lub rzadziej prostokątne, z tępo ściętymi końcami. Bruzda jest szeroka i płytka. Strona grzbietowa płaska lub nieco sklepiona, jej najwyższe wzniesienie przypada tuż ponad zarodkiem. Średnie wielkości na podstawie 35 pomiarów wynoszą: długość 5,78 mm, szerokość 3,57 mm, grubość 2,72 mm. Najbardziej zbliżają się one do podawanych przez M o l d e n h a w e r a (1948) z Biskupina (5,87 × 3,45 × 2,60 mm). Stosunek długości do szerokości wynosi 1,6 i jest identyczny z podawanym przez J a r o n i a (tab. 5).

Forma drobnoziarnista, *T. aestivum* L. podgrupa *aestivo-compactum* S c h i e m., reprezentowana jest przez ziarna półkuliste, o zaokrąglonych

Tabela 5.

Zestawienie wymiarów kopalnych i współczesnych ziarniaków *Triticum aestivum* L. em. Fior. et Paol. (= *T. vulgare* Vill.)

Stanowisko i autor	Wiek	Ilość ziarn	Długość w mm			Szerokość w mm			Grubość w mm			Dług.: szer.*	Dług.: grub.*
			śred.	max.	min.	śred.	max.	min.	śred.	max.	min.		
Biskupin I, Jaroń 1938	halsztat	40	4,85	—	—	3,05	—	—	2,29	—		1,6	(2,21)
Biskupin II, Jaroń 1938	halsztat	15	4,51	—		2,74		—	2,28	—	—	1,6	(1,98)
Biskupin, Moldenhawer 1948	halsztat	50	5,87	—	—	3,45	—	—	2,60		—	1-1,7	(2,26)
Kamieniec	halsztat	35	5,78	6,87	4,69	3,57	4,05	2,96	2,72	3,25	2,19	1,6	2,12
Luboń, Moldenhawer 1946	VII — VIII w.n.e.	20	6,07	7,0	5,4	3,46	4,2	3,0	2,62	3,0	2,2	1,75	(2,32)
Gniezno, Jaroń 1939	XI w.n.e.	80	4,88	5,7	4,3	3,09	3,7	2,6	2,37	2,8	2,1	1,6	(2,06)
Bubie, Matlakówna 1925	XII — XIII w.n.e.	—	4,6	5,8	4,2	3,4	3,5	2,9	2,6	2,6	2,1	(1,35)	(1,77)
Wełona, Matlakówna 1925	XII — XIII w.n.e.	—	4,1	6,38	4,0	3,5	4.15	3,0	2,6	3,30	2,4	(1,17)	(1,57)
niezwęglone, Matlakówna 1925	współczesne	—	6,49	—		2,89	—	—	2,95	—	—	(2,25)	(2,20)
zwęglone, Matlakówna 1925	współczesne	—	5,10		—	3,88	—	—	2,67	—	—	(1,31)	(1,90)

*liczby ujęte w nawiasie są obliczone na podstawie wymiarów zaczerpniętych z pracy danego autora.

końcach. Wypukły, nieco asymetryczny grzbiet wykazuje najwyższe wzniesienie tuż za zarodkiem. Zbliżone są one kształtem do współczesnych ziarn *T. sphaerococcum*, endemicznej, indyjskiej pszenicy hexaploidalnej. Na podobieństwo tych dwu form zwracał już uwagę P e r c i v a l (1921, cyt. z J e s s e n a i H e l b a e k a 1944). Od *T. aestivum* różnią się głównie wymiarami. Średnie z 20 pomiarów wynoszą: długość 4,97 mm, szerokość 3,80 mm, grubość 2,91 mm. Jak widać z załączonej tabeli, nie odbiegają one zbytnio od danych odnoszących się do innych stanowisk. Stosunek długości do szerokości 1,3 jest zgodny z obliczeniami J a r o n i a dla materiału z Biskupina i M o l d e n h a w e r a z Lubonia (tab. 6).

P o c h o d z e n i e. Problem powstania *T. aestivum* L. w szerokim ujęciu, a więc łącznie z formami zbitokłosymi nie został jeszcze wyjaśniony. Istnieją co do tego trzy hipotezy (S c h i e m a n n 1932, M i c z y ń s k i 1933):

1. Według jednej z nich *T. aestivum* powstało w wyniku krzyżówek w obrębie pszenic szeregu tetraploidalnego.

2. P e r c i v a l (1921) uważa *T. aestivum* za mieszańca jakiejś pszenicy z grupy *dicoccum* z *Aegilops* sp., argumentując to tym, że u niektórych gatunków *Aegilops (A. ovata, A. cylindrica)* spotykamy wszystkie cechy różniące *aestivum* od *dicoccum*.

3. W roku 1927 M e i s t e r wypowiedział pogląd, że pszenice miękkie powstały w wyniku krzyżówki płaskurki z żytem. Przemawiają za tym pewne dane uzyskane dzięki badaniom biochemicznym, a także łatwość krzyżowania się obu rodzajów. Mieszańce takie mogły powstać na polach płaskurki zachwaszczonych żytem.

Jakkolwiek liczne badania cytologiczne potwierdzają raczej przypuszczenia P e r c i v a l a, dalecy jesteśmy jeszcze od ostatecznego rozstrzygnięcia, która z hipotez jest słuszna. Zdaniem E. S c h i e m a n n (1932) jedno wydaje się pewne, a mianowicie, że pszenice z tej grupy powstały drogą krzyżówek.

H i s t o r i a u p r a w y. W dzisiejszej gospodarce światowej główną rolę spośród pszenic odgrywa *T. aestivum*, podczas gdy uprawa form *aestivo-compactum* zachowała się jedynie na niewielkich obszarach w niektórych państwach europejskich i w Azji. W wielu przypadkach na tych samych terenach uprawia się jeszcze obecnie *T. monococcum* i *T. dicoccum*.

Według W a w i ł o w a ośrodek zróżnicowania form *T. aestivum, aestivo-compactum* i *sphaerococcum* znajduje się w południowo-zachodniej części centralnej Azji: południowa Buchara, północny i południowo-wschodni Afganistan oraz północno-zachodnie Indie, z tym, że ostatni gatunek jest endemitem indyjskim. S c h i e m a n n (1948) uważa, że jest to centrum wtórne, powstałe podobnie jak ośrodek abisyński dla pszenic tetraploidalnych, zaś jako ojczyznę *T. aestivum* wysuwa Wyżynę Irańską

Tabe

Zestawienie wymiarów kopalnych ziarniaków *Triticum*

Stanowisko i autor **	Wiek	Ilość ziarn	Długość w mm		
			śred.	max.	min.
Schussenried *(globiformae)*, Schiemann 1932	neolit	—	4,8	6,0	4,0
Lengyel *(globiformae)*, Schiemann 1932	neolit	—	4,1	4,3	3,4
Thun *(globiformae)*, Schiemann 1932	neolit	—	5,0	7,0	3,5
Robenhausen *(vulgare antiquorum)*, Schiemann 1932	neolit	—	6,0	—	—
Lüscherz *(vulgare antiquorum)*, Schiemann 1932	neolit	—	5,5	—	—
Juenta *(globiformae)*, Schiemann 1932	brąz	—	5,2	5,6	4,8
Lugarico *(globiformae)*, Schiemann 1932	brąz	—	4,6	5,6	3,2
Argar *(globiformae)*, Schiemann 1932	brąz	—	4,6	5,2	4,0
Culbin Sands, Jessen i Helbaek 1944	brąz	4	4,7	5,1	4,6
Maiden Castle, Jessen i Helbaek 1944	żelazo	28	5,1	5,8	4,4
Fifield Bavant, Jessen i Helbaek 1944	żelazo	2	4,9	—	—
L. Solisbury, Jessen i Helbaek 1944	żelazo	13	5,4	5,8	4,7
Biskupin, Jaroń 1938	halsztat	40	4,04	—	—
Biskupin, Moldenhawer 1948	halsztat	—	5,3	—	—
Kamieniec	halsztat	20	4,97	5,45	4,08
Malton, Jessen i Helbaek 1944	rzymski	11	4,9	5,8	4,0
Castle Cary, Jessen i Helbaek 1944	rzymski	6	4,6	4,9	4,0
Luboń, Moldenhawer 1946	VII—VIII w.n.e.	40	4,85	5,7	3,0
Gniezno, Jaroń 1939	XI w.n.e.	80	4,03	4,6	3,5

* liczby ujętę w nawias są obliczone na podstawie wymia

** ze wszystkich stanowisk było opisane *T. compactum*

l a 6.
aestivum L. *aestivo-compactum* S c h i e m. (= *T. compactum* H o s t)

Szerokość w mm			Grubość w mm			Dług.: szer.*	Dług.: grub.*
śred.	max.	min.	śred.	max.	min.		
3,7	4,0	3,6	3,4	4,0	3,2	(1,3)	(1,4)
3,1	3,4	2,5	2,4	2,8	1,9	(1,3)	(1,7)
3,5	4,0	1,5	—	—	—	(1,3)	—
4,6	—	—	3,2	—	—	(1,3)	(1,9)
4,0	—	—	3,3	—	—	(1,4)	(1,7)
3,7	4,4	3,2	—	—	—	(1,4)	—
3,4	4,0	2,8	—	—	—	(1,35)	—
3,2	3,2	3,2	3,3	3,2	3,2	(1,4)	—
3,2	3,3	3,1	2,3	2,4	2,2	1,5	2,0
3,4	3,8	2,9	2,8	3,1	2,7	1,5	1,9
3,2	—	—	2,6	—	—	1,5	1,9
3,4	3,8	3,1	2,8	3,0	2,7	1,6	1,9
3,14	—	—	2,44	—	—	1,3	(1,6)
4,3	—	—	3,0	—	—	1,2	(1,7)
3,80	4,45	3,13	2,91	3,26	2,51	1,3	1,7
3,3	3,9	2,6	2,5	2,9	2,0	1,5	2,0
3,2	3,4	2,9	2,6	2,8	2,5	1,4	1,8
3,72	4,9	3,0	2,91	3,7	2,3	1,3	(1,6)
3,26	3,8	2,7	2,60	2,9	2,2	1,23	(1,55)

rów zaczerpniętych z pracy danego autora
H o s t. bądź odmiany, które podaję w nawiasie

wraz z przylegającymi rejonami górskimi. Z tego ośrodka pszenice miękkie rozeszły się w różnych kierunkach, na wschodzie docierając do Chin i Japonii, na zachodzie do Europy. Nieznane były w starożytnym Egipcie, bo podczas gdy w Azji uprawiano pszenice hexaploidalne, rolnictwo egipskie rozwijało się głównie w oparciu o *T. dicoccum*.

Nie potrafimy dokładnie powiedzieć, kiedy i jaką drogą dotarły do Europy pszenice zwyczajna i drobnoziarnista. Obie formy były podawane z licznych stanowisk neolitycznych, a także z epoki brązu, żelaza i z okresu wczesnośredniowiecznego (Schiemann 1932, Jessen i Helbaek 1944, Matlakówna 1925).

Zdaniem E. Schiemann (1932) pierwsze przybyły do Europy formy zbitokłose *(compactum)*, które są w ogóle uważane za starsze i już w neolicie rozprzestrzeniły się na dużym obszarze. Nieco później pojawiły się formy o kłosie luźnym. Autorka ta uważa, że oznaczenia *T. aestivum* z wykopalisk neolitycznych są bardzo niepewne.

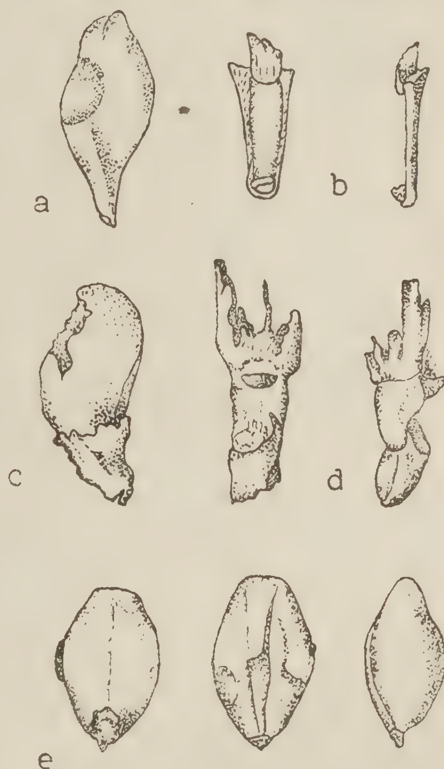
Na terenie Polski zarówno *T. aestivum*, jak i *T. aestivo-compactum* znane są od neolitu do okresu wczesnośredniowiecznego.

Hordeum vulgare L. em. Lam. (= *H. vulgare* L. i *H. hexastichum* L.)
(Tablica IV, ryc. 4)

Opis okazów. Jęczmień wielorzędowy *Hordeum vulgare* L. em. Lam. reprezentowany jest przez 45 ziarn pochodzących częściowo z bramy, a częściowo z ogniska nr 7 oraz przez trzy fragmenty osi kłosa.

Ziarna są na ogół zupełnie czarne, matowe lub błyszczące, silnie zwęglone. Zarys mają wrzecionowaty, ich największa szerokość przypada w połowie długości. Bruzda jest płytka i szeroka, kiełek dość duży zajmuje ponad 1/4 lub nawet ponad 1/3 długości ziarniaka, co jest charakterystyczne dla jęczmienia (Werth 1942). Ziarna pochodzące z jezdni bramy są większe niż znalezione w ognisku. Dla pierwszych średnie z 10 pomiarów wynoszą: długość 6,35 mm, szerokość 3,30 mm, grubość 2,75 mm, dla drugich średnie z 5 pomiarów wynoszą 5,51 × 3,09 × 2,32 mm. Stosunki średniej długości do średniej szerokości oraz średniej długości do średniej grubości — jak to widać z załączonej tabeli — nie odbiegają bardzo od podawanych przez niektórych autorów z innych stanowisk prehistorycznych. W porównaniu ze współczesnymi ziarna z Kamieńca są mniejsze, stosunkowo krótsze, grubsze i szersze (zob. tab. 7). Niektóre ziarna są wyraźnie nagie, inne zachowały szczątki plewek. Dwa mają nie zniszczoną nasadę plewki dolnej, która u jednego posiada poprzeczną bruzdę, co wskazuje na przynależność do form sześciorzędowych *(H. hexastichum* L.), a u drugiego zakończona jest ukośną, lekko wgłębioną powierzchnią, dzięki czemu można to ziarno zaliczyć do jęczmieni czterorzędowych *(H. vulgare* L. = *H. tetrastichum* Kcke).

Fakt występowania w Kamieńcu dwu form w obrębie gatunku jęczmienia wielorzędowego *H. vulgare* L. em. Lam. wydaje mi się niewątpliwy, ponieważ oprócz dwu wyżej wymienionych ziarn znalazłam trzy charakterystyczne człony osi kłosa. Składają się one z jednego całego członu i z części członków sąsiednich. Jeden ze szczątków posiada człon stosunkowo krótki, gruby i szeroki, na brzegu orzęsiony. Kształt jego odpowiada zupełnie dzisiejszemu *H. hexastichum*, a długość równa się maksymalnej długości podawanej przez Jessena i Helbaeka dla współczesnych (tab. 8).



Ryc. 4. *Hordeum vulgare* L. (pow. ± 4 ×).
a — ziarniak z nasadą plewki dolnej, b — fragment osadki kłosa.
H. hexastichum L. (pow. ± 4 ×).
c — ziarniak z nasadą plewki dolnej, d — fragment osadki kłosa.
H. vulgare L. em. Lam. (pow. ± 4 ×).
e — ziarniak od strony grzbietowej, brzusznej i z boku.

Dwa pozostałe fragmenty silniej zwęglone niż poprzedni są stosunkowo dłuższe i węższe, na brzegu owłosione. Należą do formy o luźnym kłosie, najprawdopodobniej do *H. vulgare* L. Długość ich leży w granicach współczesnych jęczmieni czterorzędowych (tab. 8). Wymiary członów podaję w tabeli 9.

Historia uprawy. Jęczmień należy do najstarszych roślin uprawnych. Występuje obok płaskurki w najdawniejszych wykopaliskach Egiptu, Palestyny i Babilonii oraz w neolicie europejskim. Zdaniem E. Schiemann w neolicie pospolitszy był jęczmień sześciorzędowy, w brązie dopiero zaczął go wypierać czterorzędowy. Oba jednak gatunki znane są od neolitu, jakkolwiek czterorzędowy występuje początkowo w mniejszej ilości. W Polsce jęczmień znany jest ze wszystkich epok (prócz brązu), od neolitu do okresu wczesnopiastowskiego. Z okresu halsztackiego Burchardówna (1953) podaje trzy stanowiska: Biskupin, Kamieniec i Strzegom.

Spośród jęczmieni wielorzędowych pospolicie uprawiane są dzisiaj jedynie czterorzędowe, natomiast uprawa *H. hexastichum* utrzymała się tylko na bardzo ograniczonych terenach, głównie w Alpach.

Tabe

Zestawienie wymiarów kopalnych i współczesnych ziarniaków

Stanowisko i autor	Wiek	Ilość ziarn	Długość w mm		
			śred.	max.	min.
Lac de Chalain, Neuweiler 1931	neolit	—	5	6	4,6
Almizaraque, Neuweiler 1931	3000 p.n.e.	—	5	6	4,6
Kephalonia, Neuweiler 1931	2000 p.n.e.	—	6,9	8.3	6,3
Sumpf, I próbka, Neuweiler 1931	późny brąz	20	7,7	9,2	6,3
Sumpf, II próbka, Neuweiler 1931	późny brąz	20	8,3	10	7,2
Biskupin, Jaroń 1938	halsztat	40	5,97	—	—
Biskupin, Moldenhawer 1948	halsztat	31	5,79	—	—
Kamieniec, z bramy	halsztat	10	6,35	7,25	5,45
Kamieniec, z ogniska 7	halsztat	5	5,51	6,5	5,07
Ginderup, Jessen 1933	rzymski	20	5,3	6,6	4,0
Gabryeliszki, Matlakówna 1925	VIII w.n.e.	—	5,50	7,10	—
Oaza Turfan, Werth 1942	IX w.n.e.	1	6,5	—	—
Gniezno, I próbka, Jaroń 1938	XI—XIII w.n.e.	20	5,72	6,1	5,1
Gniezno, II próbka, Jaroń 1938	XI—XIII w.n.e.	20	5,18	6,2	4,3
niezwęglone, nagie, małe, Werth 1942	współczesne	4	(7,83)	8,5	7,5
niezwęglone, *H. vulgare v. nudum*	współczesne	10	8.69	9,54	7,83
zwęglone, nagie, Jessen 1933	współczesne	—	6.62	—	—

* liczby ujęte w nawias są obliczone na podstawie wymiarów zaczerpniętych

l a 7.

Hordeum vulgare L. em. L a m. (= *H. polystichum* D o e l.)

Szerokość w mm			Grubość w mm			Dług.: szer.*	Dług.: grub.*
śred.	max.	min.	śred.	max.	min.		
3,2	3,5	3	2,5	3	2	(1,56)	(2)
3,2	3,5	3	2,5	3	2	(1,56)	(2)
3,5	4	3		—	—	(1,97)	—
3,6	4,5	3,0		—	—	(2,13)	—
3,8	4,2	3,0	—	—	—	(2,18)	—
3,03			2,45	—	-	(1,97)	(2,43)
3,16	—	—	2,55		—	(1,83)	(2,27)
3,30	3,82	2,99	2,75	3,10	2,45	1,92	2,31
3,09	3,55	2,54	2,32	2,77	1,93	1,78	2,35
2,9	3,4	1,9	2,2	2,8	1,5	(1,82)	(2,40)
3,40	3,50	—	1,13	2,88	—	(1,62)	(4,86)
3,5	—	—	2,25	--	—	(1,86)	(2,88)
2,91	3,1	2,7	2,42	2,6	2,1	1,97	(2,36)
2,64	2,9	2,2	2,22	2,6	1,8	1,96	(2,33)
(3,27)	3,33	3,25	(2,33)	2,33	2,33	(2,39)	(3,36)
2,99	3,39	2,76	2,12	2,46	1,97	2,90	4,09
3,50	-	—	2,93	—	—	(1,89)	(2,25)

z pracy danego autora.

Tabela 8.
Długość członów osi *Hordeum vulgare* L. em. Lam. (według Jessena i Helbaeka 1944).

	Ilość okazów	Długość w mm		
		średn.	max.	min.
Fifield Bavant, żelazo *	2	3,7	3,8	3,6
Old Kilpatrick, rzymski *	1	2,7	—	—
Barhapple Loch, wczesnochrześcijański **	20	1,9	2,8	1,3
H. vulgare v. *pallidum* Sér., współczesny	19	3,3	4,1	2,7
H. vulgare v. *coerulescens* Sér. współczesny	30	3,6	4,1	2,7
H. hexastichum v. *paralellum* Kcke, współczesny	23	2,0	2,5	1,5

* czterorzędowy
** sześciorzędowy

Tabela 9.
Wymiary członów osi kłosa dwu form *Hordeum vulgare* L. em. Lam. z Kamieńca

Forma	Długość w mm	Szerokość w mm		Grubość w mm	
		u dołu	u góry	u dołu	u góry
H. hexastichum	2,5	1,2	2,0	0,7	1,5
H. vulgare I	3,6	0,9	1,6	0,4	0,4
H. vulgare II	3,6	1,0	1,9	0,4	0,4

Pochodzenie. Istnieje kilka teorii próbujących wyjaśnić pochodzenie jęczmieni. Początkowo za formę wyjściową uważano dziki jęczmień dwurzędowy *H. spontaneum* Koch. Okazało się jednak, że dwurzędowość jest cechą wtórną, wobec czego jęczmienie uprawne należy wyprowadzać z jakiegoś gatunku sześciorzędowego. We wschodnim Tybecie znaleziono sześciorzędowy jęczmień o łamliwej osadce *H. agriocrithon*. Nie wiadomo, czy jest on dziki, w każdym razie można go uznać za hipotetyczną dotychczas formę, z której rozwinęły się jęczmienie sześciorzędowe o niełamliwej osadce. Gdy posunęły się one na zachód, wkraczając za Hindukuszem w obszar objęty zasięgiem *H. spontaneum*, poprzez naturalne krzyżówki z tym gatunkiem mogło dojść do powstania uprawnych jęczmieni dwurzędowych (teoria opracowana przez Freislebena, cyt. wg E. Schiemann 1948).

Według Wawiłowa (1926) istnieją dwa wyraźnie od siebie oddzielone ośrodki różnorodności form uprawnych jęczmieni: Abisynia i południowo-wschodnia Azja (Chiny, Japonia, Tybet, Nepal). Wawiłow nie wyklucza możliwości pochodzenia obu grup jęczmieni z jakiegoś wspólnego centrum, ale uważa, że nie ma żadnych wyraźnych podstaw do takich przypuszczeń.

Panicum miliaceum L.
(Tablica III)

Gatunek ten oznaczył już z Kamieńca Moldenhawer (1951 maszynopis, cyt. z Burchardówny 1953).

Opis okazów. Proso zostało znalezione w małym czerpaku leżącym na jezdni bramy oraz w ognisku nr 12. Ziarniaki są czarne, silnie zwęglone, zbite w dość duże grudki. Częściowo są pozbawione plewek, matowe, spłaszczone grzbietobrzusznie, nie mają bruzdy. Na niektórych ziarnach zachowały się obie plewki. Są one błyszczące, pozbawione brodawek charakterystycznych dla wszystkich gatunków *Setaria*. Średnia wielkość ziarn razem z plewkami na podstawie 10 pomiarów wynosi: długość 2,57 mm, szerokość 1,85 mm, grubość 1,45 mm. Są więc znacznie mniejsze niż współczesne, choć stosunek długości do szerokości jest zbliżony (tab. 10).

Tabela 10
Zestawienie wymiarów kopalnych i współczesnych ziarniaków *Panicum miliaceum* L.

Stanowisko i autor	Wiek	Ilość ziarn	Długość w mm	Szerokość w mm	Grubość w mm	Dług.: szer.*	Dług.: grub.*
Biskupin, Jaroń 1938	halsztat	10	2,96	1,75	1,25	(1,69)	(2,36)
Kamieniec	halsztat	10	2,57	1,85	1,45	1,44	1,76
Gniezno, Jaroń 1939	VIII w.n.e.	20	2,86	2,1	1,57	1,36	1,81
Brouwer, niezwęglone	współczesne	—	2,8-3,2	1,8-2,1	1,8	(±1,5)	(±1,5-1,8)

* liczby ujęte w nawias obliczone są na podstawie wymiarów zaczerpniętych z pracy danego autora.

Ważną cechą pozwalającą odróżnić gatunki rodzajów *Panicum, Setaria, Echinochloa* i *Digitaria* jest wygląd komórek skórki plewek (Netolitzky 1914). Błony ich wysycone krzemionką dobrze zachowują swój kształt w stanie kopalnym. Po rozjaśnieniu szczątków zawierających plewki prosa stwierdziłam obecność komórek skórki o kształcie charakterystycznym dla *Panicum miliaceum* L., bez brodawek.

Historia uprawy i pochodzenie. Proso spotykamy w wielu wykopaliskach Europy środkowej, wschodniej i południowej. Na południe od Dunaju występuje *Panicum miliaceum* i *Setaria italica*, podczas gdy z terenów leżących na północy znane jest tylko *Panicum miliaceum*.

W obszarze naddunajskim proso pojawiło się już w neolicie, na wschód od Łaby dopiero we wczesnym żelazie. Liczne i różnowiekowe znaleziska dowodzą, że proso było bardzo pospolicie uprawiane w Europie. W czasach historycznych zostało zastąpione przez owies, a później przez ziemniaki. Bardzo stara jest uprawa prosa w Indiach i w Chinach. Przypuszczalnie należało ono do pięciu zbóż wysiewanych corocznie przez cesarza chińskiego mniej więcej od 2700 lat przed n. e.

Pochodzenie prosa podobnie jak i innych zbóż nie zostało dotychczas wyjaśnione. Często jako forma wyjściowa dla prosa podawana jest *Setaria viridis* L. De Candolle ojczyznę prosa umieścił w Egipcie i Arabii, Koernicke we wschodnich Indiach. Według Wawiłowa (1926) ośrodek różnorodności form prosa znajduje się we wschodniej i centralnej Azji (Mongolia, Mandżuria, Chiny). Proso jako zboże o różnorodnym zastosowaniu, odporne na suszę i udające się na piaskach, było bardzo pospolicie uprawiane przez koczownicze ludy azjatyckie, które, być może, przyniosły je ze sobą do Europy. Zbyt mała ilość znalezisk prosa ze wschodniej Europy nie pozwala na wykreślenie drogi, którą dokonała się wędrówka tego zboża na zachód. Zdaniem Netolitzkyego posuwało się ono przez stepy pontyjskie i dolinę Dunaju do Szwajcarii (Netolitzky 1931, cyt. z Burchardówny 1953).

Na ziemiach Polski szczątki prosa znane są ze wszystkich epok, od neolitu począwszy aż do okresu wczesnopiastowskiego. Burchardówna (1953) podaje ogółem 21 stanowisk prosa, z czego najwięcej przypada na okres wczesnopiastowski.

ROŚLINY STRĄCZKOWE

Pisum sativum. L.
(Tablica IV, ryc. 5)

Opis okazów. Z tego gatunku zostało oznaczonych 335 nasion. Są one czarne, matowe, silnie zwęglone, kształt mają mniej więcej okrągły. Wiele z nich posiada łupinę nasienną, poprzez którą na lepiej zachowanych okazach widać korzonek o zarysie tępo trójkanciastym. Eliptyczny, wargowato rozchylony znaczek wykazuje kształt charakterystyczny dla grochu. Średnie z 25 pomiarów wynoszą: średnica nasion 4,64 mm, długość znaczka 1,2 mm, szerokość znaczka 0, 7 mm. Wielkość nasion jest mniej więcej zgodna z wymiarami podawanymi z innych stanowisk kopalnych (tab. 11).



Ryc. 5. a — *Pisum sativum* L. (pow. ± ± 4,5 ×), b — *Vicia faba* L. var. *minor celtica nana* H e e r (pow. ± 4,5 ×).

H i s t o r i a u p r a w y i p o c h o d z e n i e. Najstarsze znaleziska grochu z Europy sięgają neolitu (palafity szwajcarskie). Z brązu podawany jest z Grecji i Szwajcarii. W Polsce znany jest dopiero z okresu

T a b e l a 11.
Zestawienie wymiarów kopalnych i współczesnych nasion *Pisum sativum* L.

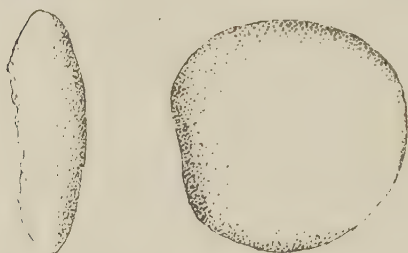
Stanowisko i autor	Wiek	Ilość nasion	Średnica w mm śred.	Średnica w mm max.	Średnica w mm min.	Długość znaczka w mm	Szerokość znaczka w mm
Moosseedorf, N e u w e i l e r 1905	neolit	—	4,4	—	3,5	—	—
Robenhausen, N e u w e i l e r 1905	neolit	—	4	4,8	3,4	—	—
Sipplingen, B e r t s c h 1932	późny neolit	—	—	5,3	—	—	-
Petersinsel, N e u w e i l e r 1905	brąz	—	4,4	—	3.5	—	—
Möringen i Concise, N e u w e i l e r 1905	brąz	—	5	5,3	4,8	—	—
Sumpf, N e u w e i l e r 1931	późny brąz	—	—	5,5	3,5	—	—
Biskupin, J a r o ń 1938	halsztat	132	3,83	5,4	2,4	1,1-1,5	0,7
Kamieniec	halsztat	25	4,64	5,68	3,39	1,2	0,7
Grädistia, N e u w e i l e r 1905	rzymski	—	—	6,1	—	—	—
Gniezno, J a r o ń 1939	VIII w.n.e.	50	3,71	4,6	3,2	1,2	0,5-0,6
Gniezno, J a r o ń 1939	XI w.n.e.	20	4,31	5,2	3,0	1.2	0,5-0,6
W i t t m a c k 1922	współczesne	—	—	10	8	—	—

halsztackiego: Biskupin, Drwęck, Kamieniec i Strzegom (B u r c h a r d ó w n a 1953). Ponadto z tego okresu opisano groch z Ostrowa na Łużycach Górnych, a z okresu lateńskiego i rzymskiego z Niemiec i Węgier. Czasy wczesnośredniowieczne obfitują w liczne stanowiska polskie, niemieckie, austriackie i radzieckie (Królewiec).

G o w o r o w (1928) podaje dwa pierwotne ośrodki największego zróżnicowania form uprawnych grochów: Afganistan wraz z północno-zachodnią częścią Indii i Abisynię, a jako centrum wtórne — obszar śródziemnomorski. *P. sativum* pochodzi prawdopodobnie od *P. arvense* rosnącego w Europie jako chwast polny, a dziko w Gruzji. *P. arvense* L. natomiast powstało z *P. elatius* M. B., które swoim zasięgiem obejmuje kraje śródziemnomorskie i Azję aż do Indii (N e t o l i t z k y 1931, cyt. z J a r o n i a 1938, Ż u k o w s k i 1950).

Lens esculenta M o e n c h.
(Tablica IV, ryc. 6)

O p i s o k a z ó w. Oznaczenie soczewicy z Kamieńca nie jest pewne, ponieważ opiera się tylko na jednym całym nasieniu i jednym fragmencie. Oba okazy są czarne, matowe, silnie zwęglone, pozbawione łupiny nasiennej. Nasienie zachowane w całości jest płasko-soczewkowate, o ostrym brzegu i prawie kolistym zarysie. Średnica dłuższa wynosi 4,0 mm, krótsza 3,7 mm.



Ryc. 6. *Lens esculenta* M o e n c h. (pow. ± 8 ×).

Zdaniem B a r u l i n y (1930) wielkość nasion soczewicy wykazuje małą zmienność, dzięki czemu może służyć jako jedna z głównych podstaw przy rozróżnianiu odmian v. *macrosperma* (średnica 9—6 mm) i v. *microsperma* (średnica 3—6 mm). Wielkość nasienia z Kamieńca wskazywałaby na przynależność do formy drobnonasiennej, nie jest to jednak pewne z uwagi na to, że prehistoryczne rośliny uprawne mają zwykle mniejsze nasiona aniżeli współczesne. W tabeli 12 podaję wymiary nasion z kilku stanowisk kopalnych.

H i s t o r i a u p r a w y i p o c h o d z e n i e. Soczewica jest starą rośliną użytkową. Liczne nazwy sanskryckie wskazują na to, że od dawna była uprawiana w południowo-zachodniej Azji. Znały ją plemiona semickie, a dla Egipcjan była ulubioną potrawą, jak tego dowodzi odkrycie z okresu 2400—2200 lat przed n. e. Z neolitu podawana jest z Małej Azji (Hissarlik) oraz z Europy, gdzie została znaleziona także w później-

szych epokach (brąz, żelazo). W Polsce opisano soczewicę po raz pierwszy z epoki żelaznej (Biskupin, Polanowice, Strzegom). Ponadto posiadamy 5 stanowisk z okresu wczesnopiastowskiego.

Tabela 12
Zestawienie wymiarów kopalnych i współczesnych nasion
Lens esculenta Moench

Stanowisko i autor	Wiek	Średnica w mm	Grubość w mm
Sumpf, Neuweiler 1931	późny brąz	2,5-4	—
Ostrów, Pax i Hoffmann 1915	?halsztat	3,5	—
Biskupin, Jaroń 1938	halsztat	2,78 (3,7-2)	1,73 (2,6-1,3)
Kamieniec	halsztat	4,0	—
Basel, Neuweiler 1935	wczesny rzymski	4 - 5	—
Gniezno, Jaroń 1939	XI w.n.e.	3,2	1,4
v, macrosperma, Barulina 1930	współczesne	6 - 9	—
v. microsperma, Barulina 1930	współczesne	3 - 6	—

Dzisiaj uprawa soczewicy jest bardzo rozpowszechniona w Eurazji, Afryce północnej i w Południowej Ameryce, głównie w Chile. Pochodzenie *Lens esculenta*, gatunku w stanie dzikim nieznanego, nie jest wyjaśnione. Według Baruliny (1930) pierwotny ośrodek różnorodności form drobnonasiennych oraz centrum pochodzenia gatunku *Lens esculenta* znajduje się w górach między Hindukuszem a Himalajami. Kraje śródziemnomorskie, gdzie skupiają się formy wielkonasienne, Barulina uważa za centrum wtórne. Formy wielkonasienne są znacznie mniej zróżnicowane aniżeli drobnonasienne, mogą więc, zdaniem tejże autorki, być młodsze i powstały — być może — drogą krzyżówek.

Vicia faba L. var. *minor celtica nana* Heer.
(Tablica IV, ryc. 5)

Opis okazów. Z materiału wybrałam 97 nasion, które oznaczyłam jako *Vicia faba* L. v. *minor celtica nana* Heer. Nasiona są czarne, matowe, w zarysie owalne lub lekko czterokanciaste, bocznie nieco spłaszczone. Testa zachowana lub jej brak. Wydłużony, eliptyczny znaczek znajduje się między wypukłymi liścieniami, jego długość wynosi 2,8 mm,

szerokość 1,07 mm. Średnia wielkość nasion bobu na podstawie 20 pomiarów wynosi 6,45 × 5,37 × 5,22 mm, co odpowiada w przybliżeniu wymiarom podawanym w literaturze (tab. 13).

T a b e

Zestawienie wymiarów kopalnych

Stanowisko i autor	Wiek	Ilość nasion	Długość w mm		
			śred.	max.	min.
Pinacle, Jersey, N e u w e i l e r 1935	neolit	—	7,7	9	7,2
Pepim, N e u w e i l e r 1935	miedź	—	8,7	—	—
Almizaraque, N e u w e i l e r 1935	miedź	—	7,2	8,0	6,2
Knossos, N e u w e i l e r 1935	2000 p.n.e.	—	—	7	5
Sumpf, N e u w e i l e r 1931	późny brąz	—	—	10	6,2
Biskupin, J a r o ń 1938	halsztat	5	6,7	7,4	6
Kamieniec	halsztat	20	6,45	8,69	5,07
Barcelos, N e u w e i l e r 1935	średn. wiecz.	—	8,3	9,2	7

H i s t o r i a u p r a w y i p o c h o d z e n i e. Bób znany jest z całego szeregu stanowisk prehistorycznych, choć nie był tak pospolity jak groch czy soczewica. Z neolitu opisano go z Anglii, Węgier, południowej Hiszpanii i Italii (N e u w e i l e r 1935, J e s s e n i H e l b a e k 1944). W Szwajcarii pojawia się dopiero w brązie (N e u w e i l e r 1924, 1931), z którego to okresu podawany jest także z Grecji (R e i n h a r d t 1911). Z żelaza posiadamy znaleziska angielskie oraz pierwsze niemieckie i polskie, a z okresu wędrówek ludów pierwsze duńskie. Najstarsze polskie stanowiska pochodzą z halsztatu (Biskupin, Strzegom), z okresu zaś wczesnośredniowiecznego znamy ich 9 (B u r c h a r d ó w n a 1953, K l i c h o w s k a 1953).

Jeśli chodzi o pochodzenie *Vicia faba*, to panują pod tym względem w literaturze rozbieżne poglądy. D e C a n d o l l e przypuszczał, że odmiany var. *minor* i var. *major* pochodzą jedna ze wschodu, a druga z zachodu. B u s c h a n (cyt. wg R e i n h a r d t a 1911) uważał, że ojczyzna drobnonasiennych form znajduje się na południe od Morza Kaspijskiego, a wielkonasienne powstały w obszarze Morza Śródziemnego (w Hiszpanii lub w północnej Afryce) być może z *Vicia narbonensis*, gatunku dziś dziko rosnącego nad Morzem Śródziemnym i w zachodniej Azji. Zdaniem N e u w e i l e r a (1905) fakt wcześniejszego pojawienia się bobu w wykopaliskach zachodniej Szwajcarii aniżeli we wschodniej wska-

zuje na przybycie tego gatunku z zachodu. M u r a t o w a (1928) utrzymuje, że centrum pochodzenia drobnonasiennych form bobu znajduje się w przylegającej do Himalajów części południowo-zachodniej Azji, natomiast kraje śródziemnomorskie są centrum wtórnym. Z tym poglądem nie zgadza się Ż u k o w s k i (1950), który twierdzi, że uprawny bób powstał w obszarze śródziemnomorskim. Jako formę wyjściową bierze on pod uwagę gatunek *Vicia faba Plinii* T r. (= *Faba Pliniana* (T r.) M u r a t), rosnący dziko w Algerze, podobnie jak to czynili przedtem H a h n i N e t o l i t z k y (B u r c h a r d ó w n a 1953). E. S c h i e m a n n (1932) zwraca uwagę na to, że *V. faba Plinii* T r., która pokrojowo zupełnie odpowiada bobom uprawnym i krzyżuje się z nimi łatwo w przyrodzie, należy do form drobnonasiennych. Natomiast *V. narbonensis*, od której niektórzy wyprowadzają *V. faba*, nie tworzy z tą ostatnią mieszańców.

l a 13
nasion *Vicia faba* var. *minor celtica nana* H e e r.

Szerokość w mm			Grubość w mm			Dług.: szer. w %	Dług. znaczka w mm	Szer. znaczka w mm
śred.	max.	min.	śred.	max.	min.			
5,2	5,7	4,2	—	—	—	—	—	.
5,6	—	—	—	—	—	—	—	
5,3	6,5	4,6	—	—	—	—	—	—
.	5	4,5					—	—
—	—	—	—	8	5,4	86,8 (70—100)	—	-
5,5	7	4,8	5,5	6,5	4,8	82,1	3	1
5,37	6,55	4,10	5,22	6,14	3,84	83,1	2,8	1,07
—	—	—	—	—	—	—	—	—

STRESZCZENIE

W materiale nasion pochodzącym z grodziska halsztackiego (700—550 przed n. e.) w Kamieńcu koło Torunia oznaczono następujące gatunki roślin uprawnych (w nawiasie przy nazwie rośliny podana jest ilość polskich stanowisk wieku halsztackiego danego gatunku, oprócz Kamieńca):

a) zboża

1. *Triticum dicoccum* (S c h r a n k.) Schübl. (1)
2. „ *Spelta* L. (1)

3. *Triticum aestivum* L. em. Fior. et Paol. (4).
4. *Hordeum vulgare* L. em. Lam. (2)
5. *Panicum miliaceum* L. (2)

b) rośliny strączkowe

6. *Pisum sativum* L. (3)
7. *Lens esculenta* Moench. (3)
8. *Vicia faba* L. var. *minor celtica nana* Heer. (2)

Na specjalną uwagę zasługuje znalezienie orkiszu — *Triticum spelta*, który to gatunek znany był w Polsce z tego okresu tylko z Biskupina, przy czym sam autor (Jaroń 1938) uważał jego oznaczenie za niepewne.

Wszystkie wyżej wymienione gatunki zostały już opisane z innych polskich stanowisk halsztackich. Stwierdzenie ich występowania w Kamieńcu jest jeszcze jednym dowodem świadczącym o uprawie tych roślin w Polsce we wczesnym okresie żelaznym.

Instytut Botaniki PAN
w Krakowie

(Wpłynęło dn. 2.III.1956)

SUMMARY

The Lusatian fortified village from Kamieniec on the Vistula near Toruń is dated at the earlier part of the Hallstatt period, i. e. 700—550 B.C. Charred plant remains were found in a quantity of about 2730 cm^3 and were collected from three hearths and the clay road surface of the gateway in the ramparts surrounding the fort. Some of the material was studied by I. Beniowska and the species she determined were as follows: *Pinus silvestris* L., *Quecus* sp., *Polygonum convolvulus* L., *Chenopodium* sp., *Camelina sativa* Crantz., *Vicia sativa* L., *Vicia sepium* L., *Galium spurium* L., *Carex* sp., *Bromus secalinus* L., and *Lolium temulentum* L. Corn.

Among the various corn species relatively the most numerous is wheat which with small amounts of barley, leguminous plants and weeds made up a mixture presumably used for sowing.

Triticum dicoccum (Schrank.) Schübler. (Plate I, fig. 1). This species was recognized from 70 grains, 6 spikelets and 23 spikelet bases. The spikelets were preserved with the part of descending internode of rachis. The empty glumes are rounded at the tip have a conspicuous keel ending by a fairly big somewhat curved tooth. The dimensions of the grains are shown in Table 8 and the sizes of the spikelets and the internodes of the rachis in Table 5.

Triticum spelta L. (Plate II, fig. 2). Of this species 35 grains (sizes in Table 9), 10 entire spikelets, 4 fragments of spikelets, 8 empty glumes and 8 spikelet bases were identified. The mode of fracture of the axis of the ear is characteristic for spelt. The empty glumes have an obscure keel ending by a small tooth and a broad truncate apex. On the surface facing

away from the keel to the dorsal side of the spikelet there are several distinct nerves. This is the first time that spikelets of this species dating from the Hallstatt have been recovered in Poland.

Triticum aestivum L. em. Fior. et Paol. (= *T. vulgare* Vill.) 35 grains were classified as *Triticum aestivum* L. and 20 to the subgroup *aestivo-compactum* Schiem. (Plate III, fig. 3). The dimensions are listed in Tables 10 and 11.

Hordeum vulgare L. em. Lam. (= *H. vulgare* L. and *hexastichum* L.). This species is represented by 45 grains (Table 12) and three fragments of the spike rachis (Plate IV, fig. 4). On two grains the base of the palea has been preserved; in one case the palea has a transversal groove characteristic for *H. hexastichum* and in the other it ends with an oblique, somewhat concave surface characteristic for *H. vulgare* L. Of the three fragments of the spike rachis one is of *H. hexastichum* and two are of *H. vulgare*. The sizes of these fragments are listed in Table 2.

Panicum miliaceum L. (Plate III). The grains of millet which have been found are badly burnt and form compact, rather big clods. On some grains the shiny paleae with the epidermis cells shaped characteristically for the species were preserved. The sizes of the grains are listed in Table 6.

Moreover, in the material from Kamieniec the following determinations have been made: 335 seeds of *Pisum sativum* L. (Plate IV, fig. 5), 1 seed of *Lens esculenta* Moench (Plate IV, fig. 6) and 97 seeds of *Vicia faba* L. var. *minor celtica nana* Heer (Plate IV, fig. 5). The sizes of these specimens are assembled in Tables 7, 4, and 13.

LITERATURA

Barbacki S., 1929, Z badań nad jęczmieniem cz. I. Kilka zagadnień z zakresu zmienności i dziedziczności cech morfologicznych, Pam. Państw. Inst. Nauk. Gosp. Wiej. w Puławach 10 (1): 126—162. Puławy.

Barbacki S., Lewicki S., Miczyński K., Słaboński A., 1937, Pszenice polskie (Opis odmian z kluczem do oznaczania), Bibl. Puł., 15: 163, Puławy Państw. Inst. Nauk. Gosp. Wiej.

Barulina E. I., 1930, Ciecziewica SSSR i drugich stran. p. 319. Priłożenije 40 k Trudam po Prikł. Bot. Gien. i Siel., Leningrad.

Beniowska I., 1955, Szczątki chwastów ze stanowiska kultury halsztackiej w Kamieńcu koło Torunia (Praca magisterska wyk. w Inst. Bot. U.J.).

Bertsch K., 1932, Die Pflanzenreste der Pfahlbauten von Sipplingen und Langenrain im Bodensee, Badische Fundber., 2 (9): 305—320.

Bertsch K., 1941, Früchte und Samen. Handbücher der praktischen Vorgeschichtsforschung, 1: 247. Stuttgart. H. Reinerth.

Bezradski S., 1930, Przyczynek do poznania niektórych ras jęczmienia nagiego, Pam. Państw. Inst. Nauk. Gosp. Wiej., 11(1): 28—38, Puławy.

Brouwer W., 1927, Landwirtschaftliche Samenkunde, pp. 130. I. Neumann-Neudamm.

Burchardówna H., 1953, Rośliny uprawne w pradziejach Polski, Przegl. Archeol. 9 (2—3): 153—176, Poznań.

Candolle A. de, 1883, Origine des plantes cultivées, Bibl. Scient. Intern. 63: 376, Paryż.

Delekta J., 1937, Badania na grodzisku łużyckim z wczesnej epoki żelaznej w Kamieńcu nad Wisłą, pow. toruński, Z otchłani wieków, 12 (9—10): 123—126.

Flaksberger K., 1928, Driewnie-jegipietskaja i sowriemiennyje połbyemmiery (*Triticum dicoccum* Schrank.). Trudy po Prikł. Bot. Gien. i Siel., 19 (1): 497—518, Leningrad.

Flaksberger K., 1935, Chlebnyje złaki I. Pszenica pp. 434, Leningrad.

Giżbertówna W., 1938, Polskie odmiany pszenicy, Prace rolniczo-leśne, 28: 172, Kraków.

Goworow L., 1928, Goroch Afganistana, Trudy po Prikł. Bot. Gien. i Siel., 19 (2): 497—522, Leningrad.

Hegi G., 1935, Illustrierte Flora von Mittel-Europa, 1. Wien.

Helbaek H., 1954, Prehistoric Food Plants and Weeds in Denmark, Geological Survey of Denmark, 2. Ser., 80: 250—261, Kopenhaga.

Hopf M., 1955, Formveränderungen vom Getreide-Körner beim Verkohlen, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 68 (4): 191—193.

Hryniewiecki B., 1952, Owoce i nasiona, s. 305. Warszawa, PWN.

Jaroń B., 1938, Szczątki roślinne z wczesnego okresu żelaznego w Biskupinie (Wielkopolska), s. 30, „Gród prasłowiański w Biskupinie", Poznań.

Jaroń B., 1939, Średniowieczne szczątki roślinne z wykopalisk w Gnieźnie, „Gniezno w zaraniu dziejów", s. 273—316, Poznań.

Jessen K., 1933, Planterester fra den aeldre Jernalder i Thy. Seartyk af Botanisk Tidsskrift, 42 (3): 257—288.

Jessen K. and Helbaek H., 1944, Cereals in Great Britain and Ireland in Prehistoric and Early Historic Times. Det Kong. Dan. Vidensk. Selsk., Biol. Skrifter. 3 (2) pp. 68, Kopenhaga.

Klichowska M., 1953, Szczątki roślinne z Giecza z badań wykopaliskowych w roku 1951. Z otchłani wieków, 22(3): 102—104.

Kostrzewski J., Lubicz-Niezabitowski E., Jaroń B., 1956, Osada bagienna w Biskupinie w pow. żnińskim, s. 43, Poznań, Inst. Preh. Uniw. Pozn.

Kostrzewski J., 1939, Od mezolitu do okresu wędrówek ludów, Encyklopedia Polska PAU T. 4 (cz. 1 Dz. V): 118—359, Kraków.

Kozłowska A., 1920, O zbożach kopalnych z okresu neolitu w Polsce s. 20. PAU.

Kozłowska A., 1949, Pochodzenie zbóż i ziemniaka, s. 67, Warszawa, PZWS.

Matlakówna M., 1925, Średniowieczne szczątki roślinne ze Żmudzi oraz niektóre zagadnienia pochodzenia zbóż, Acta Soc. Bot. Pol., 3(2): 196—241.

Matlakówna M. 1929, Dalsze badania nad zbożem średniowiecznym z Litwy, Acta Soc. Bot. Pol., 6 (4): 370—384.

Meremiński H., 1936, Azja jako ojczyzna roślin uprawnych, Kosmos Ser. B., 61 (3): 199—256, Lwów.

Miczyński K., 1933, Pochodzenie naszych roślin zbożowych, Przyroda i technika, 5: 8.

Moldenhawer K., 1946, Szczątki roślinne z wykopalisk w Luboniu pod Poznaniem z VII—VIII w. n.e., Przegl. Archeol. 7: 102—106.

Moldenhawer K., 1948, Główniejsze zboża występujące w wykopaliskach Biskupina (Wielkopolska), Roczn. Nauk. Roln., 51: 306—312, Poznań.

Muratowa W. S., 1928, Boby Afganistana, Trudy po Prikł. Bot. Gien. i Siel., 19(2): 1—21, Leningrad.

Netolitzky F., 1914, Die Hirse aus antiken Funden. Sitzungsber. d. Keis. Akad. d. Wiss. in Wien., Mat. Nat. kl., 123 (1): 35.

Neuweiler E., 1905, Die prähistorischen Pflanzenreste Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der schweizerischen Funde. Bot. Exkursionen und pflanzengeogr. Studien in d. Schweiz, 6: 110, Zürich.

Neuweiler E., 1924a, Die Pflanzenwelt in der jüngern Stein- und Bronzezeit der Schweiz, Mitteil. d. Antiquar. Ges. in Zürich, 29(4): 253—264.

Neuweiler E., 1924b, Pflanzenreste aus der Pfahlbauten des ehemaligen Wauwilersees, Mitteil. d. Naturf. Ges. Luzern., 9: 301—323, Luzern.

Neuweiler E., 1931, Die Pflanzenreste aus dem spätbronzezeitlichen Pfahlbau „Sumpf" bei Zug. Vierteljahrschr. d. Naturforsch. Ges. in Zürich, 76:116—132, Zürich.

Neuweiler E., 1935, Nachträge urgeschichtlicher Pflanzen, Vierteljahrschr. d. Naturf. Ges. in Zürich, 80: 98—122, Zürich.

Nosek S., 1946, Słowianie w pradziejach ziem polskich, s. 166, Kraków, Spółdz. Pomoce i Urz. Szk.

Pax F., u. Hoffmann K., 1915, Prähistorische Pflanzen aus Schlesien und Ober-Lausitz, Bot. Jahrb. für Syst., Pflanzengesch. und Pflanzengeogr., 52(4 u. 5): 346—353, Leipzig.

Percival J., 1943, Wheat in Great Britain, pp. 125, London. Duckwerth & Co.

Reinhardt L., 1911, Kulturgeschichte der Nutzpflanzen, Die Erde und die Kultur, 4 (1): 738, München. E. Reinhardt.

Schiemann E., 1932, Entstehung der Kulturpflanzen, Handbuch der Vererbungswissenschaft, 3: 377, Berlin, Baur u. Hartmann.

Schiemann E., 1948, Weizen, Roggen, Gerste, Systematik, Geschichte und Verwendung, pp. 102, Jena, G. Fischer.

Schiemann E., 1954, Die Geschichte der Kulturpflanzen im Wandel der biologischen Methoden, Bot. Tidsskrift. 51: 308—329, Kopenhaga.

Schulz A., 1915, Über einen neuen Fund von Hallstattzeitlichen Kulturpflanzen und Unkraüter-Resten in Mitteldeutschland, Ber. d. Deutsch. Bot. Gas. 33: 11—19, Berlin.

Wawiłow N. I., 1926, Cientry proischożdienija kulturnych rastienij. Trudy po Prikł. Bot. i Siel., 16(2): 248, Leningrad.

Werth E., 1942, Neues und Kritisches zur Kenntniss alter Kulturpflanzen, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 60: 232—258, Jena, G. Fischer.

Wittmack, L., 1922, Landwirtschaftliche Samenkunde, s. 581, Berlin, P. Parey.

Zabłocki J. i Żurowski J., 1934, Znalezienie pszenic w kulturze małopolskiej, Sprawozd. PAU 38 nr 10: 24—25, Kraków.

Zabłocki J., 1952, Szczątki roślinne ze stanowiska wczesnośredniowiecznego w Jeziorku pow. Giżycko, wydobyte w r. 1950, Mater. Wczesnośredn. II. 1950; s. 211—225. Warszawa, Państw. Muz. Arch.

Żukowski P. M., 1950, Kulturnyje rastienija i ich sorodiczi. Sowietskaja Nauka s. 595, Moskwa.

Objaśnienia do Tablic

TABLICA I

Triticum dicoccum (Schrank.) Schübl. (pow. ± 4,5 ×).
a — ziarniaki od strony grzbietowej, b — te same ziarniaki od strony brzusznej, c — kłoski, d — nasady kłosków.

TABLICA II

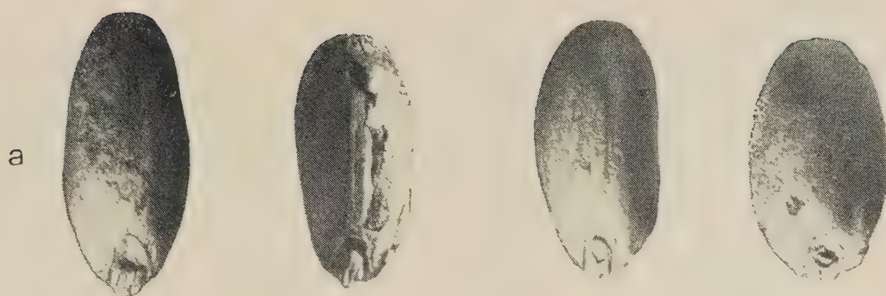
Triticum spelta L. (pow. ± 4,5 ×).
a — kłoski, b — ziarniaki od strony grzbietowej, c — te same ziarniaki od strony brzusznej, d — plewy, e — nasady kłosków.

TABLICA III

Triticum aestivum L. (pow. ± 4,5 ×).
a —ziarniaki od strony grzbietowej, b — te same ziarniaki od strony brzusznej — *T. aestivum* L. podgr. *aestivo-compactum* (pow. ± 4,5 ×).
c — ziarniaki od strony grzbietowej, d — te same ziarniaki od strony brzusznej.
Panicum miliaceum L. (pow. ± 4,5 ×).
e — ziarniaki w plewkach.

TABLICA IV

Hordeum vulgare L. em. Lam. (pow. ± 4,5 ×).
a — ziarniaki od strony grzbietowej, b — te same ziarniaki od strony brzusznej.
H. hexastichum L. (pow. ± 4,5 ×).
c — ziarniak z nasadą plewki dolnej, d — fragment osadki kłosa.
H. vulgare L. (= *H. tetrastichum* Kcke.) (pow. ± 4,5 ×).
e — ziarniak z nasadą plewki dolnej, f — dwa fragmenty osadki kłosa, g — *Pisum sativum* L. (pow. ± 4,5 ×), h — *Lens esculenta* Moench. (pow. ± 4,5 ×), i — *Vicia faba* L. var. *minor celtica nana* Heer. (pow. ± 4,5 ×).

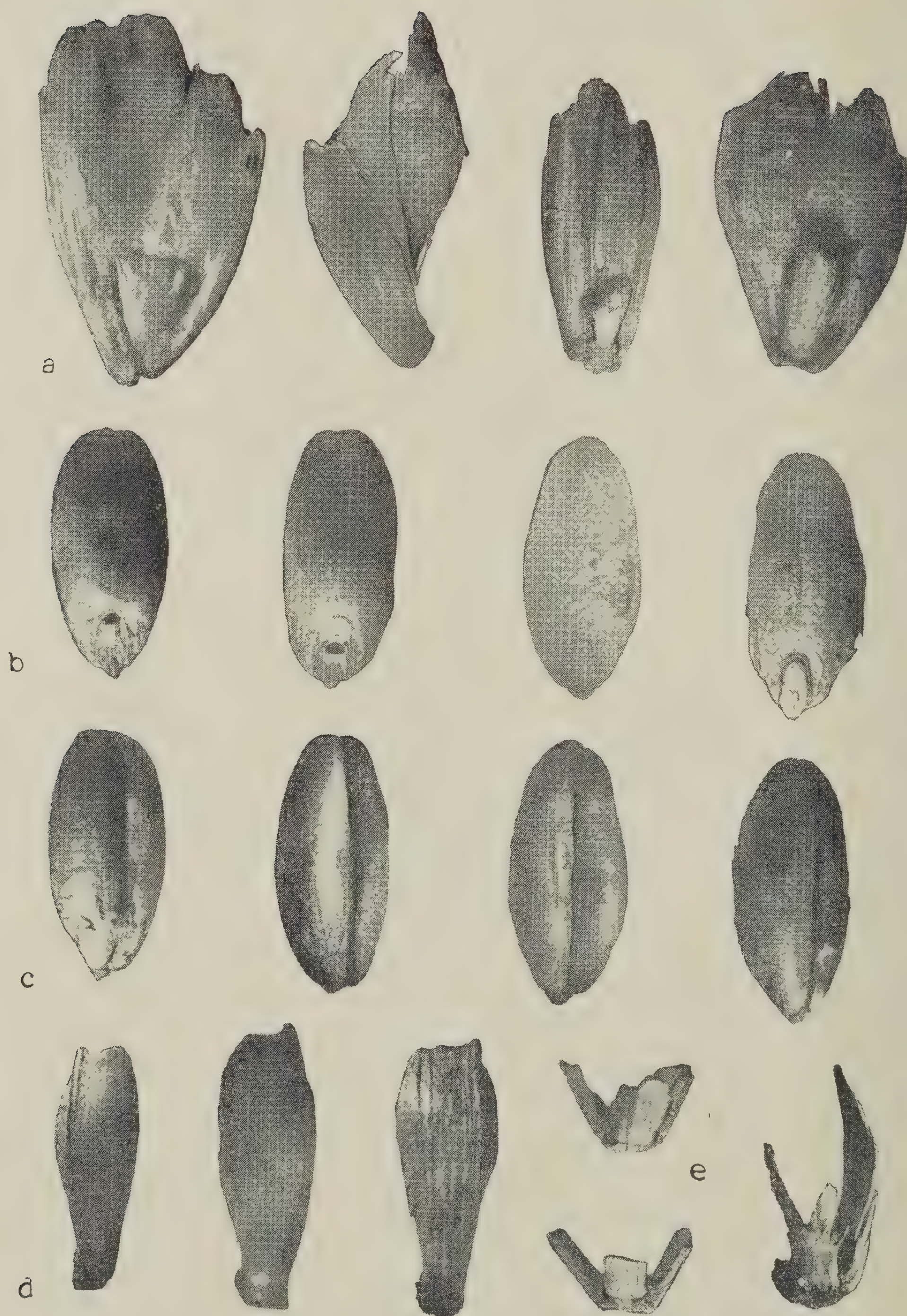

a

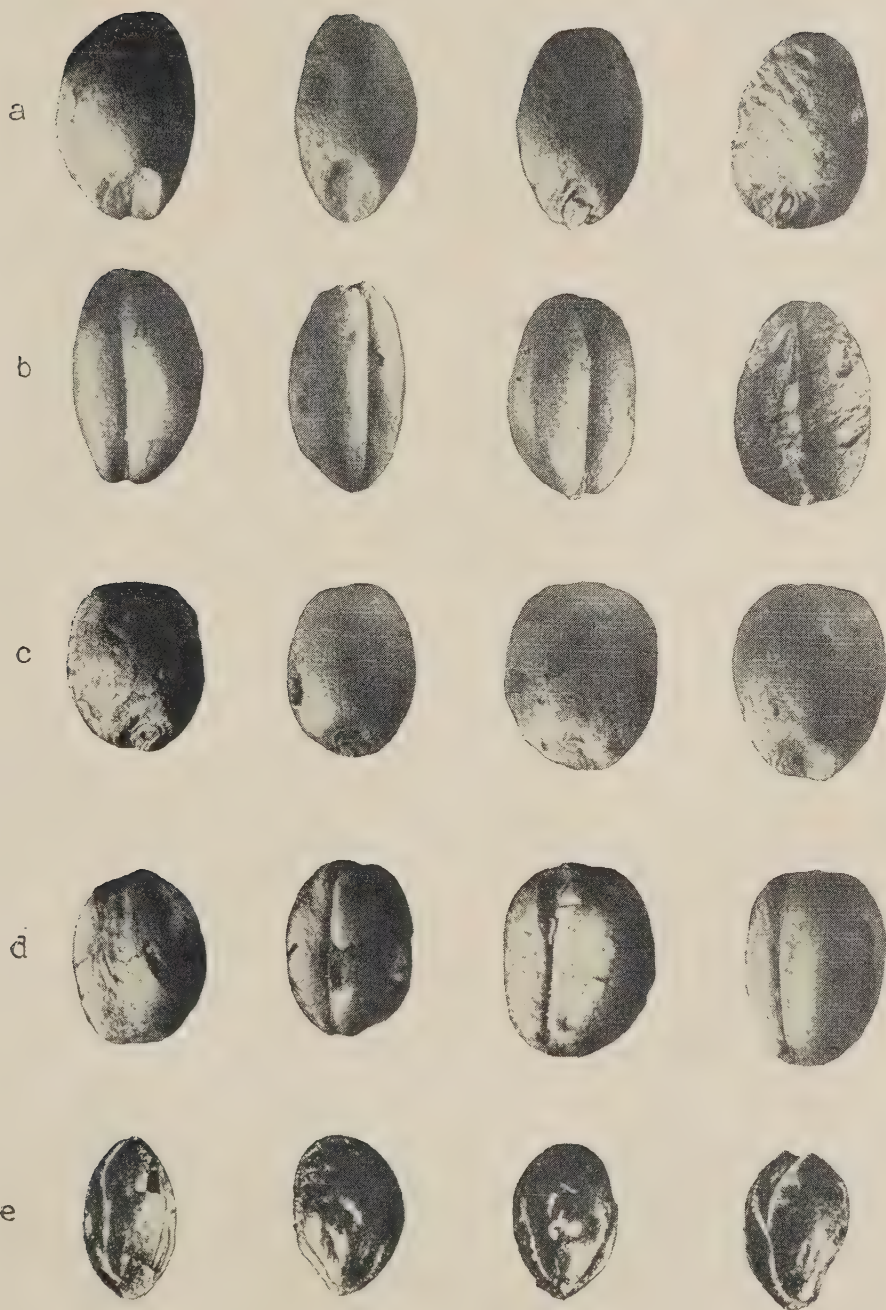

b


c


d

TABLICA II.




a
b
c
d
e


a
b
c
d
e
f
g
h
i

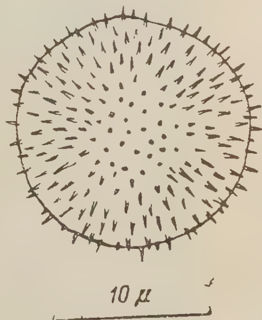
ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
VOL. XXV — Nr 3
1956

Dwa nowe dla Polski i Europy kryobionty w Tatrach

Two kryobionts in the Tatras new for Poland and Europe

J. SIEMIŃSKA

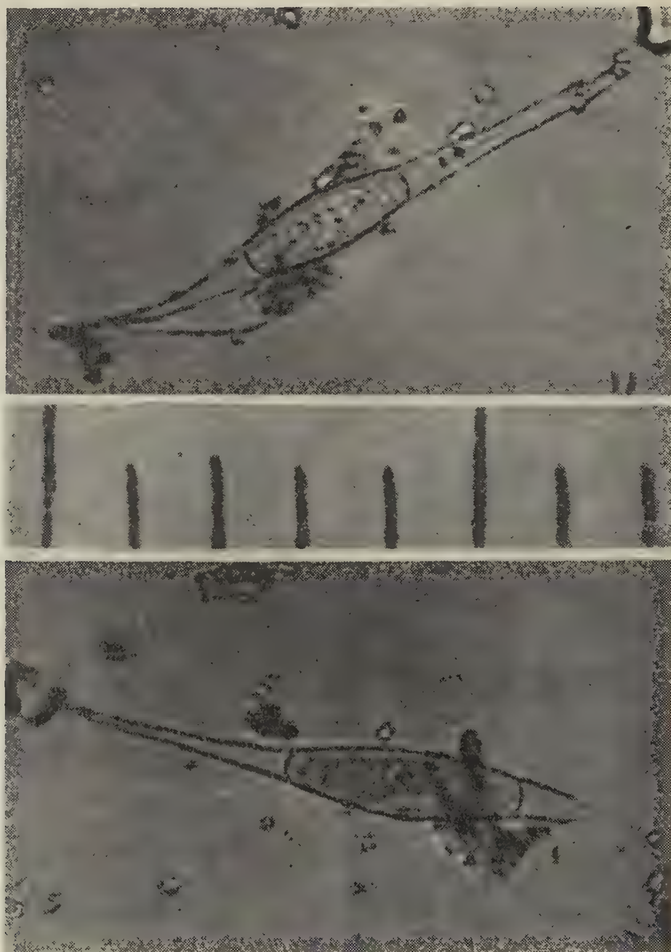
Kilka gatunków glonów i grzybów kryobiontycznych znalazłam w próbce ziemi zebranej 8.VIII.1952 r. w Tatrach w Kotle Mięguszowieckim u stóp północno-wschodniej ściany Mięguszowieckiego Szczytu (wysokość 2000 m n.p.m.). Dwa z tych gatunków: *Trochiscia nivalis* Lagerh. i *Scotiella nivalis* (Chodat) Fritsch należą do zielenic, pozostałe dwa: *Chionaster bicornis* Kol i *Ch. nivalis* (Bohl.) Wille — do grzybów. Występowanie tych gatunków w ziemi jest interesujące, gdyż dotychczas nie były one znajdowane poza obrębem płatów śnieżnych bądź lodowych. Ponadto *Trochiscia nivalis* i *Chionaster bicornis* nie były dotąd znane zarówno z Tatr, jak i z Europy.



Ryc. 1. *Trochiscia nivalis* Lagerh.

Trochiscia nivalis została opisana przez Lagerheima (1892) z Andów, a następnie podana przez Fritscha (1912) z Antarktydy i przez Kol (1942) z Alaski. Znana jest zarówno z pól śnieżnych, jak i lodowych. W badanym materiale znalazłam 3 okazy tego gatunku. Komórki były kuliste, o średnicy 14—15 μ, o błonie gęsto pokrytej krótkimi kolcami (ryc. 1).

Chionaster bicornis opisany został przez Kol (1942) ze śnieżnych pól Alaski; napotkała ona tylko nieliczne okazy na lodowcu Teklanika (wysokość 1370 m n.p.m.) i na Roberts Peak (wysokości 1160 m n.p.m.). Kol zaliczyła ten gatunek do typowych kryobiontów występujących na śniegach. Z innych obszarów nie był dotąd podawany. Kształt znalezionych przeze mnie dwu komórek (ryc. 2) jest identyczny z opisem podanym przez Kol; wymiary są nieco większe: długość 68 μ, szerokość 7 μ (wg. Kol: długość 60 μ, szerokość 4 μ).



Ryc. 2. *Chionaster bicornis* K o l.

Pozostałe dwa gatunki są znacznie bardziej rozprzestrzenione. *Scotiella nivalis* występuje pospolicie na polach śnieżnych i lodowych na całej kuli ziemskiej. Z Tatr podawana była kilkakrotnie, a mianowicie z Doliny Dzikiej (S c h e r f f e l 1910, Kol 1928), z Doliny Złomisk (K o l 1928) oraz z polskiej części Tatr z przełęczy Szpiglasowej (S i e m i ń s k a 1951). W badanym materiale występowała w małej ilości.

Chionaster nivalis jest pospolitym gatunkiem naśnieżnym zarówno w Europie, jak i w Ameryce Północnej (z południowej półkuli nie jest znany). Również z Tatr podawany był niejednokrotnie; spotyka się go prawie na wszystkich płatach śnieżnych. W badanym materiale występował często, zawsze z aplanosporami.

Prócz wymienionych powyżej kryobiontów w małych ilościach występowała sinica *Gloeocapsa Ralfsiana* (H a r v.) K ü t z., której właściwym siedliskiem są wilgotne skały, znajdowana była jednak również na śniegach, także i w Tatrach.

Glony naśnieżne nie występują nigdy na czystym śniegu, natomiast rozwijają się licznie w ciągu lata na topniejących płatach przysypanych detrytusem przemieszanym z gruzem skalnym, który dostarcza substancji pokarmowych. Wnikanie tych substancji rozpuszczonych w wodzie w głąb śniegu umożliwia życie kryobiontom także w głębszych, pozornie czystych warstwach płatów śnieżnych, gdzie niejednokrotnie rozwijają się one liczniej niż na powierzchni. Organizmy te znajduje się jednak także i w samych ziemistych nalotach na powierzchni śniegu.

Ziemia, której próbkę zbadano, składała się głównie z czarnego, silnie zmacerowanego detrytusu, powstałego z roślin wyższych i porostów, przemieszanego z drobnymi cząstkami mineralnymi. Znaczną domieszkę stanowiły puste, niekiedy pokruszone pancerzyki okrzemek, na ogół drobnych okazów należących do rodzajów *Achnanthes, Eunotia, Pinnularia, Gomphonema, Hantzschia*. W małej ilości występowały także pyłki drzew szpilkowych i chitynowe szczątki owadów.

Nie ulega wątpliwości, że wymienione wyżej kryobionty pozostały wraz z czarnym, ziemistym nalotem w zagłębieniach wśród piargów po wytopieniu się płata śniegu, na którym się rozwinęły. Okazuje się, że pomimo zmiany warunków, odnoszących się głównie do nieco wyższej temperatury, jaka niewątpliwie panuje na powierzchni ziemi w odróżnieniu od śniegu (choćby ze względu na czarną barwę, która znacznie silniej chłonie promienie słoneczne niż biała), niektóre kryobionty mogą utrzymywać się przy życiu. Przypuszczalnie jednak temperatura powierzchni ziemi nie odbiegała pomimo lata od 4^0C (która to temperatura uważana jest za górną granicę dla życia kryobiontów), gdyż ziemia była stale zwilżana zimną wodą z leżącego powyżej topniejącego płata śniegu, a samo stanowisko ma ekspozycją północną. Prawdopodobnie kryobionty przetrzymują nawet dłuższy czas w ziemi, skąd w następnym roku mogą się przenosić na świeże płaty śniegu.

Ponadto jest rzeczą interesującą, że szereg gatunków naśnieżnych daje się odnaleźć w różnych, nawet bardzo odległych częściach kuli ziemskiej w podobnych warunkach ekologicznych.

Instytut Botaniki PAN
w Krakowie

(Wpłynęło 7.III.1956 r.)

SUMMARY

In a sample of earth collected on 8th August 1952 in the Mięguszowiecki Cirque (Tatra Mountains) at an altitude of 2.000 m above sea level the author has found two species of kryobionts, *Trochiscia nivalis* Lagerh. and *Chionaster bicornis* Kol hitherto not recorded either from the Tatras or from Europe.

The cells of *Trochiscia nivalis* are spherical, 14—15 μ in diameter, the wall being thickly covered with short spines (Fig. 1). This species has been hitherto known from the snow and ice fields of the Andes (Lagerheim 1892), Antarctica (Fritsch 1912) and Alaska (Kol 1942).

Chionaster bicornis was described by Kol (1942) from the snow fields of Alaska; it has not been hitherto recorded from any other region. The author met only two specimens; their shape strictly corresponds that described by Kol (Fig. 2), their dimensions being slightly larger: length 68 μ width 7 μ, (according to Kol: length 60 μ, width 4 μ.).

Together with these two other species of kryobionts occurred which have a much wider distribution and were already recorded from the Tatras, namely *Scotiella nivalis* (Chod.) Fritsch in small numbers, and *Chionaster nivalis* (Bohl.) Wille fairly numerous and always with aplanospores. Besides, *Gloeocapsa Ralfsiana* (Harv.) Kütz. occured in small quantities.

The earth in which these two species were found was composed of black, thoroughly macerated plant detritus mixed with tiny mineral particles. It lays in concavities among scree after the snow has melted upon which it had previously accumulated.

LITERATURA

Lagerheim G., 1892, Die Schneeflora des Pichincha, Ber. deutsch. bot. Ges., 10: 517—534.

Fritsch F. E., 1912, Freshwater algae of the South Orkneys, Rep. Sci. Results Scottish Nat. Antarctic Exped., 3: 95—136.

Kol E., 1928, Über die Kryovegetation der Hohen Tatra. I, Folia cryptogamica, Szeged, 1: 613—622.

Kol E., 1942, The snow and ice algae of Alasca, Smithonian Miscellaneous Collections, 101, (16).

Kol E., 1944, Vergleich der Kryovegetation der nördlichen und südlichen Hemisphaere, Arch. f. Hydrob., 40: 835—846.

Scherffel A., 1910, *Raphidonema brevirostre*, nov. spec. egyuttal adalék a Magas-Tátra nivalis flórájához, Botan. Közl., (9): 116—123.

Siemińska J., 1951, Czerwony śnieg spod Szpiglasowej przełęczy w Tatrach, Acta Soc. Bot. Pol., 21: 231—233.

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
VOL. XXV — Nr 3
1956

O drewnach kopalnych ze śląskiego miocenu

Fossil woods from Silesian Miocene

M. REYMAN

I. MIEJSCOWOŚĆ: STARE GLIWICE

Materiał oznaczany przeze mnie otrzymałam do opracowania od prof. Wł. S z a f e r a. Opracowywane drewna pochodzą z ciemnopopielatych, floronośnych iłów mioceńskich w Starych Gliwicach, uważanych przez W. K r a c h a (1954) za dolnotortońskie (opolian) lub za przejściowe do tortonu środkowego (grabowieckie).

Materiał składa się z drobnych odłamków drewna, przeważnie wypłukanych z iłu podczas szlamowania, natomiast nie opracowano jeszcze zbioru większych lignitów, znalezionych na hałdzie cegielni. Kawałki drewna są silnie otoczone, co wskazuje na ich bliższy lub dalszy transport wodny. Drewna zupełnie zmineralizowane nie nadawały się do oznaczenia. Z pozostałych sporządzono preparaty sponad 100 okazów, z których największy dochodził do 3,5 cm długości.

Preparaty wykonywano wprost brzytwą i rozjaśniano je perhydrolem, część zaś rozjaśniano olejkiem goździkowym i utrwalano w balsamie kanadyjskim. Z tych wykonano zdjęcia fotograficzne.

1. *Piceoxylon macrocarpum* (P r i l l) K r ä u s e l.
(*Pseudotsuga* sp.)

Jest to najczęściej w Gliwicach spotykany typ drewna szpilkowego. Największy z okazów mierzył 3,5×2×0,5 cm.

Na przekroju poprzecznym widać tu wyraźne strefy drewna dobrze zachowanego oraz sprasowanego i pofałdowanego; te ostatnie odpowiadają przyrostom wiosennym. Cewki w słoju drewna późnego posiadają kształt prostokątny i są grubościenne (4—6 μ); są one ułożone regularnie w około 12 rzędach, przy czym ostatnie z nich leżące przy granicy przyrostów rocznych są spłaszczone. W strefie drewna wczesnego cewki są cienkościenne (około 2 μ).

Co 3—7 szeregów cewek przebiegają promienie rdzeniowe, najczęściej jednoszeregowe, wyróżniające się żółtą barwą od czerwonobrunatnych ścian cewek. W promieniach rdzeniowych przekrój trafia albo na komórki miękiszowe, wtedy widać ich poprzeczne ścianki z licznymi, drobnymi jamkami prostymi — albo też na cewki poprzeczne, wtedy widać ich ściany z delikatnymi zgrubieniami spiralnymi..

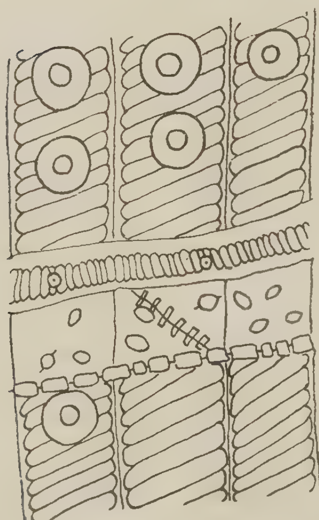
Wśród drewna występują przewody żywiczne, wyścielone nabłonkiem o grubych ścianach, z licznymi jamkami prostymi.

Przekrój styczny. Pewne partie cewek posiadają tu cienkie listewki spiralne, przebiegające gęsto i prawie poziomo.

Jednoszeregowe promienie rdzeniowe są wysokie na kilka, kilkanaście, maksymalnie na 22 komórki. Promienie złożone zawierają przewód żywiczny, wyścielony grubościennymi komórkami żywicorodnymi, najczęściej w ilości ośmiu.

Na niektórych preparatach widać miękisz w postaci pasm pionowych, szerokich na 1—3 komórki, o wszystkich ścianach zgrubiałych, pokrytych obficie jamkami prostymi.

Na przekroju promienistym występuje wyraźnie różnica między drewnem wczesnym a późnym. Cewki drewna wczesnego, o świetle 20—36 μ i cieńszych ścianach, posiadają opisane już wyżej wąskie zgrubienia spiralne. Natomiast cewki drewna późnego, o świetle 15—29 μ, mają ściany grubsze i często bez spirali. Na promieniowych ścianach cewek występują w jednym rzędzie okrągłe jamki lejkowate, o średnicy około 24 μ.



Ryc. 1. *Piceoxylon macrocarpum* (Prill) Kräusel. Przekrój promienisty, × 430. (rys. K. Pstrokońska).

Promienie rdzeniowe składają się z komórek miękiszowych i cewek poprzecznych. Te ostatnie występują w jednym lub kilku rzędach na skraju promieni, niekiedy także wewnątrz nich. Są one znacznie niższe (wys. ok 8 μ) od komórek miękiszowych (wys. ok. 15μ) i posiadają delikatne i gęste zgrubienia spiralne. Na ich ścianach znajdują się małe jamki lejkowate.

Komórki miękiszowe promieni mają na ścianach poprzecznych i stycznych gęsto ustawione jamki proste, typu jodły, a na promieniowych 1—8, najczęściej 3—4 jamek piceoidalnych, skierowanych ukośnie. Na preparatach sporządzonych z drewna bardziej zniszczonego występują wzdłuż tych jamek spękania, sięgające nieraz do sąsiednich komórek. Pęknięcia takie spotyka się rów-

nież w cewkach drewna. W komórkach promieni znajduje się często żywica.

Występowanie „jodłowatego" typu jamkowania na poziomych i stycznych ścianach promieni rdzeniowych oraz obecność grubościennych przewodów żywicznych przesądza o przynależności badanych okazów drewna typu świerka do tzw. rodzaju *Piceoxylon*. Spomiędzy opisanych drewien kopalnych odpowiadają nasze drewna w zupełności okazowi z formacji węgla brunatnego z Opola na Śląsku, opisanemu przez R. Kräusela (1917) jako *Piceoxylon macrocarpum* (Prill) Kräusel. Również klucz R. Kräusela z 1949 roku prowadzi pewnie do tego gatunku. O przynależności do niego decyduje obecność cienkich listewek spiralnych w drewnie wczesnym, których brak w drewnie późnym, oraz występowanie w promieniach rdzeniowych cewek poprzecznych o spiralnych zgrubieniach.

Rodzaj *Piceoxylon* obejmuje drewna dzisiejszych rodzajów *Larix, Picea* i *Pseudotsuga*. Drewna te różnią się od siebie tylko drobnymi i nie zawsze występującymi cechami. Na ogół przyjmuje się (B. Kubart 1924, E. Hofmann 1944), że zupełnie pewne odróżnienie drewien tych trzech rodzajów jest możliwe tylko na podstawie budowy rdzenia, który niestety nie zachował się na badanych okazach.

Drewno nasze jest najbardziej zbliżone do *Pseudotsuga*. Posiada ono, tak jak ten rodzaj, spiralne zgrubienia w cewkach drewna wiosennego, co jest cechą charakterystyczną tego rodzaju (por. W. Brehmer u Wiesnera 1928, E. Schmidt 1941, P. Greguss 1950, A. A. Jacenko-Chmielewski 1954a). Brehmer i Jacenko-Chmielewski zwracają uwagę, że w drewnie późnym listewki spiralne są zwykle źle wykształcone, co zgadza się również z budową opisywanego drewna. Poza rodzajem *Pseudotsuga* spotyka się spiralne zgrubienia w drewnie wczesnym jedynie u kilku gatunków świerka (B. Kubart 1924, M. Kostyniuk 1950). U większości gatunków świerka spiralne zgrubienia występują tylko w drewnie późnym; niekiedy spotyka się je także w drewnie późnym modrzewia.

R. Kräusel (1917) uważa swój okaz z Opola za rodzaj *Pseudotsuga*, zbliżony prawdopodobnie najbardziej do współczesnej *Pseudotsuga macrocarpa* i *Pseudotsuga japonica*. Ze względu jednak na brak całkiem pewnych cech odróżniających gatunkowych nazywa go *Piceoxylon macrocarpum*, co określa jego stosunek do form współczesnych.

Drewna odpowiadające rodzajowi *Pseudotsuga* znaleziono dotychczas w Europie na Śląsku, w Styrii i Łużycach (H. Müller-Stohl 1947). Okazy zbadane przez Kubarta i określone jako *Pseudotsuga stiriaca* Kub. posiadały rdzeń (B. Kubart 1924).

Obecnie *Pseudotsuga* rośnie w strefie przybrzeżnej i w górach pacyficznej Ameryki Płn. oraz Azji Wschodniej, tworząc lasy w terenach o znaczniejszej wilgotności powietrza. Tym warunkom odpowiadało dobrze jej stanowisko na Śląsku, które położone było u wybrzeży morza mioceńskiego albo nad zbiornikami wodnymi z nimi związanymi, lub też w niedalekich górach. R. K r ä u s e l jest zdania, że drewno to zostało przyniesione drogą wodną z gór.

K. A. J u r a s k y (1928) uważa, że takie składniki lasu trzeciorzędowego, jak *Sequoia* i *Pseudotsuga,* występowały na siedliskach suchszych, podczas gdy na podmokłych rosły lasy z *Taxodium.*

Inne szczątki rodzaju *Pseudotsuga* poza drewnem nie są dotychczas z Gliwic znane. O ile przynależność drewna gatunku *Piceoxylon macrocarpum* do rodzaju *Pseudotsuga* okaże się słuszna, będzie to przykład, że niekiedy analiza drewien kopalnych może wzbogacić znajomość pewnej flory, odkrywając w niej rodzaj, z którego nie zachowały się inne szczątki. Jest rzeczą interesującą, że drewno to zarówno pod względem wielu szczegółów budowy, jak i stanu zachowania się (np. sprasowanie i pofałdowanie drewna wczesnego) jest niemal identyczne z drewnem opisanym przez K r ä u s e l a z Opola (R. K r ä u s e l 1917).

2. *Pinuxylon* sp. (= *Pinus halepensis* M i l l.)

Nazwą tą określono 6 małych kawałków drewna oraz jeden węgielek, mające niewątpliwie budowę typu drewna sosnowego.

Przekrój poprzeczny. Słoje składają się tu z dobrze zachowanej warstwy drewna późnego oraz zniekształconego i sprasowanego drewna wczesnego. Drewno późne składa się z około 20 rzędów cewek o przekroju czworokątnym, zaokrąglonych narożach i ściankach grubości około 3 μ. Widoczne są przewody żywiczne, w których nie zachował się nabłonek żywicorodny.

Przekrój styczny. Występują złożone promienie rdzeniowe, których wnętrze często się nie zachowało, a raczej nie zachował się sam przewód żywiczny, a tkanka promienia uległa wgnieceniu do środka. Jest to wskazówką, że nabłonek żywicorodny był tu cienkościenny i niezdrewniały.

Promienie jednowarstwowe osiągają wysokość do 12 komórek, o kształcie okrągłym lub eliptycznym i wysokości 15—20 μ. Promienie złożone są wysokie co najwyżej na 20 komórek.

Przekrój promienisty. Cewki drewna o średnicy 12—26 μ mają na ścianach promienistych jamki lejkowate wielkości około 12—24 μ, ustawione pojedynczo i dosyć rzadko.

Promienie rdzeniowe składają się z miękiszu i cewek poprzecznych. Na ściankach cewek są widoczne zgrubienia w postaci drobnych ząbków,

nie sięgających do połowy światła cewki. Miejscami ząbki te nie są widoczne. Cewki poprzeczne występują zwykle w 1—3 rzędach na brzegach, a niekiedy także i wewnątrz promieni. Styczne ściany miękiszu promieni mogą posiadać 1 lub 2 zgrubienia (podobnie jak u np. *Pinus cembra*), a poziome są gładkie lub też posiadają jamkowanie typu jodły.

Jamki na polu skrzyżowania są proste, wyraźnie widoczny jest ich podwójny kontur. Są one okrągłe lub mają kształt krótkiej elipsy; nigdy nie wypełniają całego pola skrzyżowania, jak to jest u *Pinus silvestris*. Występują one po 1 lub po 2, ustawione poziomo obok siebie na polu skrzyżowania. Niekiedy jamek jest więcej, ilość ich dochodzi do 5; wtedy mają one przeważnie kształt elipsoidalny lub nawet soczewkowaty i są ustawione skośnie. Niekiedy jamkowanie przypomina *Picea*. Odchylenia te spotyka się jednak dosyć rzadko i to w drewnie, które ma również miejsca typowe. Przypuszczalnie ta odrębna cecha budowy nie wskazuje na inną jednostkę systematyczną.

Występowanie pionowych i poziomych przewodów żywicznych o niezachowanym nabłonku (co wskazywałoby, że nie był on zdrewniały) przemawia za przynależnością tego drewna do rodzaju *Pinuxylon*. Przypuszczenie to potwierdza obecność zgrubień w postaci ząbków w cewkach poprzecznych promieni rdzeniowych oraz obecność jamek prostych na polach skrzyżowania.

Według klucza do drewien sosnowych P. Gregussa (1950) okazy tu opisane należą do typu drewien sosnowych, odznaczających się drobnymi i skąpo występującymi ząbkami w cewkach poprzecznych. Spośród nich nie odpowiadają one żadnemu gatunkowi z grup *Massoniana* i *Radiata*. Najbardziej zbliżone są one do grupy *Pinea*, odznaczającej się obecnością 1—3 (5—10) małych, ± jednakowej wielkości jamek, mniej więcej piceoidalnych, o średnicy wynoszącej 1/3 lub 1/4 wysokości komórki. Miękisz promieni składa się w tej grupie z komórek grubo- i cienkościennych. Do grupy *Pinea* zalicza autor następujące sosny: *Pinus pinea* L., *P. leucodermis* Antoine, *P. laricio* Poiret, *P. halepensis* Mill., *P. halep.* var. *brutia* Elwes et Henry, *P. logifolia* Roxb., *P. canariensis* C. Sm. Są to prawie wszystko gatunki śródziemnomorskie, o bardzo podobnej budowie drewna.

Drewno z Gliwic przypomina pod wielu względami *P. laricio* Poiret = *P. Heldreichii* Christ. z sekcji *Eupitys* Spach. (Podział rodzaju *Pinus* na sekcje wg J. Kliki 1953). Odznacza się ona wielką różnorodnością w budowie jamek na polu skrzyżowania. Przeciętnie występuje jedna duża jamka, rzadziej po dwie poziomo obok siebie, zdarza się jednakże także większa ilość drobnych jamek. Szereg drobnych cech u drewna z Gliwic zgadza się również z opisem drewna *P. Heldreichii*. I tak podobna jest wysokość promieni rdzeniowych, cewki poprzeczne występują

także wewnątrz promieni, a poziome ściany miękiszu promieni mogą mieć jamkowanie jodłowate. Natomiast nie zauważono u kopalnego drewna zróżnicowania miękiszu promieni na komórki grubościenne i cienkościenne.

Ponieważ drewna całej wyróżnionej przez P. Gregussa grupy *Pinea* są do siebie bardzo podobne, jest możliwe, że drewna z Gliwic należą do typu *P. halepensis,* lecz do sekcji *Pityusa* Novak. Drewno *P. halepensis* posiada komórki miękiszu promieniowego najczęściej grubościenne, cienkościenne zaś występują wyjątkowo, co odpowiada budowie drewna z Gliwic. Za tą drugą możliwością przemawiałoby znalezienie w Gliwicach przez prof. Wł. Szafera szyszek typu *P. halepensis.*

Według J. Kliki (1953) sekcja *Pityusa* reprezentuje stary typ sosny, występujący w trzeciorzędzie w zwartym zasięgu w Europie i płd.-zach. Azji. Z oligocenu są znane szyszki *P. praepityusa* Palibin, z miocenu *P. sarmatica* Palibin, należące do tej sekcji. O. Heer znalazł szyszkę *P. halepensis* w mioceńskiej florze znad Bałtyku. Dopiero w plejstocenie zwarty do tej pory zasięg tej sekcji uległ rozerwaniu na kilka pomniejszych, skutkiem czego wyodrębniły się w niej stopniowo dzisiejsze gatunki.

W dostępnej mi literaturze nie znalazłam opisu drewna tego typu z terenu Polski. H. R. Goeppert (1850) umieścił rysunek drewna o tak samo wykształconych jamkach na promieniach, jak u drewna z Gliwic, zupełnie jednak nie uwzględnił cewek poprzecznych. Drewno to znajdowane w kilku miejscach na Śląsku określił on jako *Pinites ponderosus.* Porównanie drewna z Gliwic z opisami P. Gregussa dla *P. ponderosa* Dougl. i *P. ponderosa* v. *Jeffreyi* Vassly wykazało, że nie jest ono podobne do *P. ponderosa.*

Trzeciorzędowe drewno *Pinuxylon* sp. z kilku małymi jamkami na polu skrzyżowania, opisane przez M. Kostyniuka (1938), różni się od drewna z Gliwic znacznie wybitniejszym ząbkowaniem cewek poprzecznych.

3. *Taxodioxylon taxodii* Goth. (= *Taxodium distichum* Rich.)

Tak określono dwa niewielkie okazy, dobrze zachowane i pozwalające rozpoznać cechy diagnostyczne tego gatunku. Tu należałoby przypuszczalnie zaliczyć także szereg okazów z Gliwic o drewnie źle zachowanym.

Przekrój poprzeczny. W drewnie występują na przemian strefy sprasowane i niesprasowane. Odpowiada to zróżnicowaniu na drewno wczesne, którego większe i cienkościenne (do 2 μ) elementy uległy zgnieceniu —

oraz na drewno późne o grubszych ściankach (4—6 μ), które zachowało swoją postać. Drewno późne składa się z 4—5 rzędów komórek, o przekroju ± kwadratowym lub prostokątnym, oraz z 1—2 rzędów komórek silnie spłaszczonych w kierunku promieniowym.

Co 3—11 rzędów komórek przebiegają jednoszeregowe promienie rdzeniowe. Przewodów żywicznych brak. Dość obficie występuje miękisz żywiczny, rozmieszczony nieregularnie w obrębie słoja.

Przekrój styczny. Jednoszeregowe promienie rdzeniowe osiągają wysokość do 20 pięter. Komórki promieni mają kształt eliptyczny lub zaokrąglony, ich wysokość wynosi od 10 do 20 μ. Niekiedy występuje w nich żywica. Miękisz żywiczny jest zgrupowany w pasma pionowe. Jego poprzeczne ścianki mają wyraźne, perełkowate zgrubienia.

Przekrój promienisty. W drewnie późnym na cewkach podłużnych występują pojedynczo w dość dużych odstępach jamki o średnicy 10 — 12 μ. W drewnie wczesnym jamki leżą gęsto, nieraz nad sobą, niekiedy po dwie obok siebie; średnica ich wynosi około 20 μ; pasemka Sanio są często widoczne.

Poziome ściany promieni rdzeniowych są gładkie, bardzo rzadko występują na nich jamki proste. Styczne ściany promieni są cienkie i gładkie, przebiegają pionowo, ukośnie lub łukowato. Ich nasady są proste, bardzo rzadko wgłębione.

Jamki na polu skrzyżowania są typu jamek *Taxodium*, tj. mają one kształt elipsy ułożonej poziomo, ograniczonej od góry i dołu wąską otoczką kształtu półksiężyca. Długość jamek wynosi najczęściej 9 μ. Występują one po 1, czasem po 2 na polu skrzyżowania.

Występowanie na polach skrzyżowania w promieniach rdzeniowych charakterystycznych jamek oraz obecność w cewkach 2 jamek w szeregu wskazuje na przynależność tego drewna do rodzaju *Taxodioxylon*. Występowanie perełkowatych zgrubień na poziomych ścianach miękiszu żywicznego wskazuje na gatunek *Taxodioxylon taxodii* Goth., odpowiadający *Taxodium distichum* Rich.

Rodzaj *Taxodium*, którego występowanie jest obecnie ograniczone do Meksyku i południowej części atlantyckiej Ameryki Północnej, posiadał w trzeciorzędzie zasięg obejmujący prawie całą Holarktydę, z wyjątkiem jej części wysuniętych najbardziej na północ i południe. Drewno należące do tego rodzaju jest obok drewna sekwoi najczęstszym składnikiem trzeciorzędowych pokładów węgla brunatnego. Z terenu Polski drewno *Taxodioxylon taxodii* jest znane ze Śląska, m.in. ostatnio zostało opisane z Turowa (Z. Zalewska 1953b), a oprócz tego z Chodzieży (J. Lilpop 1924), z Otwocka (M. Kostyniuk 1938) i z Dobrzynia (S. Kownas 1951).

II. MIEJSCOWOŚĆ SOŚNICE

1. *Glyptostroboxylon tenerum* (Kraus) Conventz. (= *Glyptostrobus pensilis* Koch.)

Okaz drewna znalezionego w iłach cegielni w Sośnicach wraz z florą liściową jest odłamkiem gałęzi lub korzenia, o długości ok. 30 cm i średnicy ± 8 cm. Od zewnątrz jest on zmineralizowany, barwy szarej; miejscami występują na nim wykwity pirytu. Część najbardziej wewnętrznych słojów nie uległa mineralizacji i tam drewno posiada barwę brunatną; jest tak dobrze zachowane, że daje się krajać bez trudności brzytwą.

Przekrój poprzeczny. Wybitnie cienkościenne cewki (ok. 1μ) o zarysie prostokątnym są ułożone regularnie w promieniowych szeregach. Wśród nich rozrzucone są komórki miękiszu żywicznego, wyróżniające się ciemną treścią. Niezbyt wyraźna granica przyrostów rocznych jest utworzona przez dwa rzędy spłaszczonych cewek, przy czym nie zaznaczają się różnice w grubości ich ścianek. Słój składa się z kilkunastu do kilkudziesięciu warstw cewek. Co 2 — 8 rzędów cewek przebiegają promienie rdzeniowe.

Przekrój styczny. Na stycznych ścianach cewek występują niekiedy jamki lejkowate. Jednoszeregowe promienie rdzeniowe składają się najczęściej z 1 — 3 pięter. Komórki promieni są okrągłe, jakby rozdęte; ich wysokość wynosi od 24 — 36 μ. Są one często wypełnione żywicą.

Pionowe pasma miękiszu wypełnionego również żywicą mają poziome ściany przeważnie gładkie, bardzo rzadko są na nich widoczne delikatne, perełkowate zgrubienia.

Przekrój promienisty pozwala na uchwycenie najbardziej charakterystycznej cechy tego drewna. Jest nią obecność na polach skrzyżowania w promieniach rdzeniowych jamek prostych, o zarysie owalnym lub okrągławym. Są to tzw. jamki typu *Glyptostrobus*. Przy poruszaniu śrubą mikrometryczną widać podwójny kontur tych jamek, co świadczy, że są to prawdziwe jamki proste, nie zaś zniszczone typu *Taxodium*, które zresztą też tutaj występują. Jamki leżą po 1 — 6, najczęściej w 2 — 3 szeregach na polu skrzyżowania. Poprzeczne, jak i styczne ścianki promieni rdzeniowych są cienkie i gładkie, bez jamek.

Cewki drewna są szerokie na 28 — 44 μ. Występują na nich nieregularnie ułożone jamki lejkowate o średnicy 9 — 12 μ, które leżą często po dwie w jednym szeregu.

Występowanie jamek typu *Glyptostrobus* na promieniach rdzeniowych, ustawienie jamek w 2 szeregach na promieniowych ścianach cewek oraz obecność poziomych ścian miękiszu gładkich i o perełkowatych zgrubieniach — wskazują na rodzaj *Glyptostroboxylon* a gatunek *Glyptostroboxylon tenerum* (Kraus) Conventz. Taką samą budowę drewna posiada współczesny gatunek *Glyptostrobus pensilis* Koch.

Glyptostrobus pensilis jest obecnie drzewem o zasięgu reliktowym, rosnącym w pd.-wschodn. Chinach w okolicach o klimacie ciepłym i wilgotnym; znany jest tylko w stanie hodowanym. Opisany z trzeciorzędu *Glyptostrobus europaeus* Heer jest prawdopodobnie identyczny z *Glyptostrobus pensilis.* Odznaczał się on wielkim zasięgiem, jako jeden ze składników mieszanych lasów liściasto-szpilkowych, rosnących w ówczesnej strefie arktycznej na terytorium Europy, Azji i Ameryki Północnej (Z. Zalewska 1953a).

Drewno *Glyptostroboxylon tenerum* znane jest w Polsce ze Śląska — m. in. z Turowa (Z. Zalewska 1953b), następnie z okolic Ostrowca (J. Lilpop 1924) oraz z Dobrzynia (S. Kownas 1951).

STRESZCZENIE

W pracy niniejszej opisano budowę anatomiczną czterech rodzajów kopalnego drewna z mioceńskich iłów w Starych Gliwicach oraz Sośnicach na Górnym Śląsku.

1. *Piceoxylon macrocarpum* (Prill) Kräusel (= *Pseudotsuga* sp.) jest identyczne z okazem opisanym przez R. Kräusela (1917) z Opola. Odznacza się ono obecnością cienkich listewek spiralnych w drewnie wczesnym, brakiem ich w późnym, występowaniem grubościennych przewodów żywicznych, pionowych i poziomych. Promienie rdzeniowe składają się tu z miękiszu oraz z cewek poprzecznych o spiralnych zgrubieniach. Poziome i styczne ściany miękiszu promieni mają jamki typu jodły, na polu skrzyżowania występują jamki piceoidalne.

2. *Pinuxylon* sp. (= *Pinus halepensis* Mill.?). Występują poziome i pionowe przewody żywiczne o niezachowanym nabłonku żywicorodnym. W promieniach są obecne cewki poprzeczne, mające zgrubienia w postaci drobnych ząbków. Na poziomych ścianach miękiszu promieni występują niejednokrotnie jamki typu jodły, zaś na polu skrzyżowania 1 — 2 (4) najczęściej okrągłych jamek prostych. Jest to przypuszczalnie *Pinus* typu *halepensis.*

3. *Taxodioxylon taxodii* Goth. (= *Taxodium distichum* Rich.) Brak przewodów żywicznych. Jamki na cewkach po 1 lub 2 naprzeciwległe. Na polu skrzyżowania 1 — 2 jamek taxodiowych poziomo ustawionych. Miękisz z poprzecznymi ściankami o perełkowatych zgrubieniach.

4. *Glyptostroboxylon tenerum* (Kraus) Conventz (= *Glyptostrobus pensilis* Koch.). Brak przewodów żywicznych. Na polu skrzyżowania 1 — 6 jamek prostych, okrągłych lub owalnych. Miękisz ze ściankami poprzecznymi gładkimi lub opatrzonymi perełkowatymi zgrubieniami.

Instytut Botaniki PAN
w Krakowie

(Wpłynęło dn. 9.III.1956 r.)

SUMMARY

The present paper submits descriptions of anatomic structure of four genera of fossil wood from the Miocene clays at Stare Gliwice and Sośnice in Upper Silesia.

1. *Piceoxylon macrocarpum* (Prill) Kräusel (= *Pseudotsuga* sp.). This wood is identical with the specimen described by Kräusel (1917) from Opole (Oppeln). It is characterized by the presence of thin spiral thickenings in the early wood, their absence in the late wood, and by the occurrence of thick-walled vertical and horizontal resin ducts. The pith rays consist here of parenchyma and of transversal tracheids with spiral thickenings. The horizontal and tangential walls of the parenchyma of rays possess abietoidal pits, in the crossing field there occur piceoidal pits.

2. *Pinuxylon* sp. (= *Pinus halepensis* Mill.?). There occur horizontal and vertical resin ducts, the epithelial resin cells of which have not been preserved. In the rays there occur transversal tracheids with thickenings in the form of fine teeth. On the horizontal walls of the parenchyma of rays abietoidal pits occur sometimes, while in the crossing field there are 1 — 2 (— 4) simple pits, most often round ones. Presumably this is *Pinus* of the type *halepensis*.

3. *Taxodioxylon taxodii* Goth. (= *Taxodium distichum* Rich.). Absence of resin ducts. On the tracheids there occur 1 — 2 opposite-lying pits. In the crossing field there are 1—2 taxodial pits placed horizontally. Parenchyma with transversal walls with pearl-like thickenings.

4. *Glyptostroboxylon tenerum* (Kraus) Conventz (= *Glyptostrobus pensilis* Koch.). Absence of resin ducts. In the crossing field there occur 1 — 6 simple pits, round or oval. Parenchyma with transversal walls, smooth or provided with pearl-like thickenings.

LITERATURA

Greguss P., 1950, Xylotomischer Bestimmungsschlüssel der heute lebenden Koniferengattungen, Acta Biol. Acad. Sci. Hung., 1 (1—4): 207—228.

Greguss P., Varga I., 1950, Xylotomischer Bestimmungsschlüssel der *Pinus* — Arten, Szeged.

Greguss P., 1954, Xylotomische Bestimmung der *Taxodiaceen*, Ann. Biol. Univ. Hung., t. 2, Budapest.

Goeppert H. R., 1850, Monographie der fossilen Coniferen, pp. 73, Leiden, Arnz & Comp.

Hofmann E., 1934, Paläohistologie der Pflanze, pp. 308, Wien, J. Springer.

Hofmann E., 1944, Pflanzenreste aus dem Phosphoritvorkommen von Prambachkirchen in Oberdonau I, Palaeontogr. 88, B, (1—3): 1—86.

Jacenko-Chmielewski A. A., 1954a, Drewjesiny Kawkaza I, pp. 674, Jerewan, Izdat. Akad. Nauk Arm. SSR.

Jacenko-Chmielewski A. A., 1954b, Osnowy i mietody anatomiczeskogo issledowanija drewjesiny, pp. 327, Moskwa-Leningrad, Izdat. Akad. Nauk SSSR

Jurasky K. A., 1928, Paläobotanische Braunkohlenstudien. III. Ein neuer Fund von *Sciadopitys* (Konif.) in der Braunkohle, Senckenbergiana, 10.

Klika J., Šiman K., Novak F., Kavka B., 1953, Jehličnate, pp. 311, Praha. Naklad. Českoslov. Akad. Věd.

Kostyniuk M., 1938, Trzeciorzędowe drewna i pyłki z Mazowsza i Wołynia, Kosmos, 63, I, A.

Kostyniuk M., 1950, Szczątki drewna szpilkowych flory plioceńskiej z Krościenka, Prace Wrocł. Tow. Nauk. B, 22: 1—56.

Kownas S., 1951, Trzeciorzędowe drewna z Dobrzynia nad Wisłą. Studia Soc. Sci. Torun. 1, [3, D]: 1—55.

Krach W., 1954, Nowy profil i fauna miocenu z Gliwic Starych na Górnym Śląsku, Z badań trzec. w Polsce, Biul. Inst. Geol., 71: 171—180.

Kräusel R., 1917, Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs, Jb. Preuss. Geol. L.-A., 38 [2].

Kräusel R., 1918, Nachträge zur Tertiärflora Schlesiens II. Braunkohlenhölzer Jb. Preuss. Geol. L.-A., 39.

Kräusel R., 1949, Die fossilen Koniferen-Hölzer, Palaentogr. 89, B., 4—6: 83—203.

Kräusel R., 1950, Die paläobotanischen Untersuchungsmethoden, pp. 98, Jena, G. Fischer.

Kubart B., 1923, Interglaziale Schieferkohlen von der Oberen Gail, Österr. Bot. Ztschr. 72, (9—7): 305—321.

Kubart B., 1924, Einige Bemerkungen über den diagnostischen Wert des Markkörpers bei Koniferenhölzern, Ber. Deutsch. Bot. Ges. 42: 271—276.

Lilpop J., 1924, Materiały do flory drzew lignitowych Polski, Spraw. Państw. Inst. Geol. 2, (3—4): 387—401.

Müller-Stohl H. geb. Kräusel, 1947, Über die Erhaltungsfähigkeit des Holzes tertiärer Bäume und Sträucher, Senckenbergiana, 28 (1—3).

Schmidt E., 1941, Mikrophotographischer Atlas der mitteleuropäischen Hölzer, pp. 112, Neudamm, J. Neumann.

Wiesner J., 1928, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, II, Lipsk, (Brehmer W.: Hölzer p. 1123—1646).

Zalewska Z., 1953a, *Glyptostrobus pensilis* Koch., Roczn. Dendr. PTB, 9: 123—129.

Zalewska Z., 1953b, Trzeciorzędowe szczątki drewna z Turowa nad Nysą Łużycką I., Acta Geol. Pol. 3: 481—543.

TABLICA I.

1. *Piceoxylon macrocarpum* (P r i l l) K r ä u s e l. Przekrój promienisty, × 350.
2. *Piceoxylon macrocarpum* (P r i l) K r ä u s e l. Przekrój styczny, × 80.
3. *Pinuxylon* sp. Przekrój promienisty, × 430.
4. *Pinuxylon* sp. Przekrój styczny, × 280.

TABLICA II.

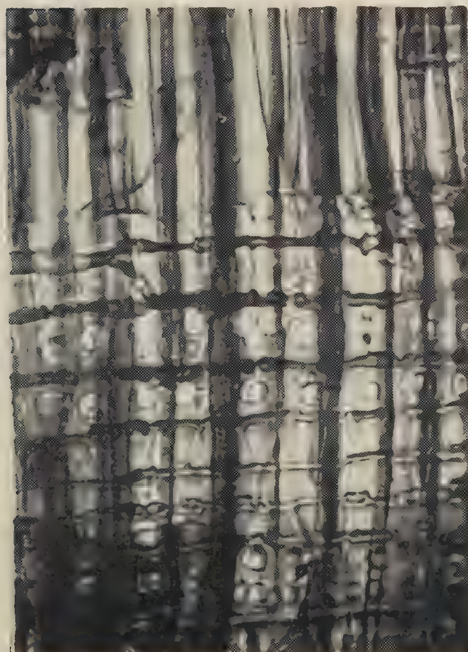
5. *Taxodioxylon taxodii* G o t h. Przekrój promienisty, × 230.
6. *Taxodioxylon taxodii* G o t h. Przekrój styczny, × 350.
7. *Glyptostroboxylon tenerum* (K r a u s) C o n v e n t z. Przekrój promienisty, × 150
8. *Glyptostroboxylon tenerum* (K r a u s) C o n v e n t z. Przekrój poprzeczny, × 80.



1



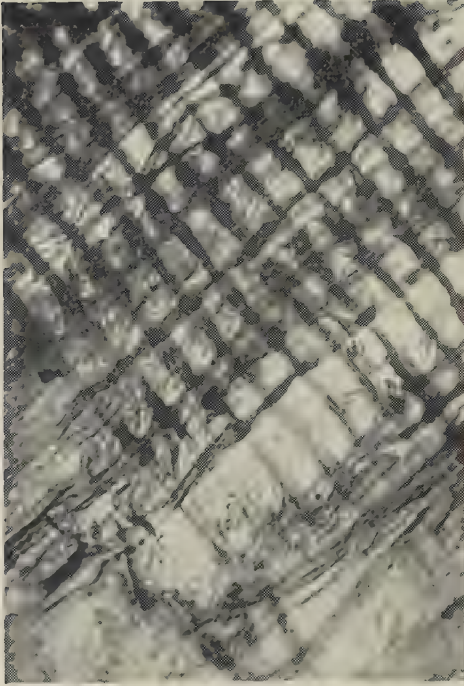
2



3



4



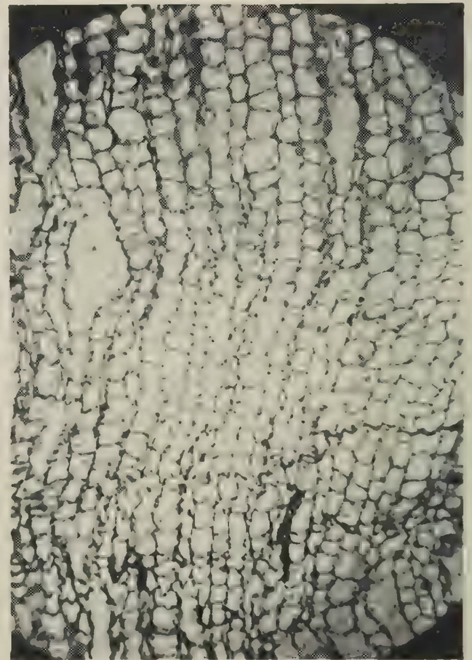
5



6



7



8

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
VOL. XXV — Nr 3
1956

O drewnach kopalnych typu *Araucarioxylon* w Polsce

Fossil woods of Araucarioxylon type from Poland

M. REYMAN

W ciągu roku 1954 zbiory Pracowni Paleobotanicznej Instytutu Botaniki PAN w Krakowie wzbogaciły się o dwa okazy drewien kopalnych z warstw mezofitycznych. Jeden, zebrany przez A. Kleinową w cegielni w Łukowie, pochodzi ze środkowej jury, drugi został znaleziony przez prof. M. Książkiewicza w warstwach dolnokredowych w kamieniołomie w Stempinie koło Rzeszowa. Obydwa należą najprawdopodobniej do drzew szpilkowych spokrewnionych z dziś żyjącymi araukariami.

W czasie wykonywania niniejszej pracy udzielali mi pomocy i rad: prof. dr W. Szafer i doc. dr Z. Zalewska. Dr J. Małeckiemu z Zakładu Paleontologii AGH zawdzięczam oznaczenie amonitu. Szlify z okazu kredowego wykonał bardzo starannie J. Wszołek, pracownik IG w Krakowie.

ARAUCARIOXYLON Z ŁUKOWA

Okaz z Łukowa jest z wielu względów interesujący. Jest to kawałek drewna o wymiarach 5×4×3 cm, który znajduje się w środku konkrecji wapnisto-ilastej, zawierającej liczne amonity. Zewnętrzne partie drewna są wysycone substancjami mineralnymi, lecz jego część środkowa zachowała się w stanie nie zmineralizowanym, tak że można było robić z niej preparaty za pomocą brzytwy, podobnie jak z drewna współczesnego. W drewnie tym zachowały się doskonale szczegóły budowy anatomicznej, co widać na załączonych zdjęciach (Tab. I, 2—4). Tak dobrze zachowane drewno wieku jurajskiego trafia się wyjątkowo; liczy ono około 140 milionów lat.

Podobnie doskonale zachowane amonity mają mieniący się połysk perłowej masy. Największy z nich o średnicy 3 cm należy do gatunku *Quenstedtoceras carinatum* (Eichwald). Fauna tego utworu jest uwa-

żana za jedną z najładniejszych tego typu na świecie. Opisana została ostatnio przez H. Makowskiego (1952).

Konkrecja zawierająca drewno pochodzi z glin jurajskich, występujących w okolicy Łukowa w postaci tzw. kry, tj. płatów leżących pomiędzy utworami pochodzenia lodowcowego. Według A. Jahna (1950) gliny te pochodzą zapewne z obszaru macierzystego leżącego dalej na północ, znane są bowiem z okolic Wilna i Kurlandii. W okolice Łukowa dostały się one w czasie zlodowacenia środkowo-polskiego (Varsovien I), przypuszczalnie przymarznięte na znacznej przestrzeni do dna lądolodu i wraz z nim przesunięte zostały na południe. Dzięki temu nie uległy one ani sprasowaniu, ani starciu, ani przemieszaniu z otaczającymi je składnikami moreny, a ich flora i fauna znajduje się w nich nie zmieniona, chociaż na drugorzędnym złożu.

Na przekroju poprzecznym (Tab. I, 4) są słabo widoczne granice przyrostów, zaznaczone 1—3 rzędami spłaszczonych cewek. Ściany cewek są cienkie (2—4 μ), jednakowe w obrębie całego słoja. Przekroje cewek są czworokątne, pięciokątne lub sześciokątne. Słój składa się z około 10 rzędów cewek. Niektóre cewki są wypełnione brunatną substancją, prawdopodobnie żywicą. Gęsto, oddzielone 1—7 cewkami, przebiegają jednoszeregowe promienie rdzeniowe.

Na przekroju stycznym cewek występują niekiedy, chociaż rzadko, jamki lejkowate. Promienie rdzeniowe jednoszeregowe przechodzą wyjątkowo w częściowo dwuszeregowe. Wysokość tych promieni waha się w granicach od 1 do 24 pięter, przy czym najczęściej występują niskie promienie o 1—2 bądź kilku tylko piętrach. Komórki ich mają kształt okrągły lub eliptyczny, a ich wysokość mieści się w granicach od 12 do 25 μ. Również komórki promieni rdzeniowych są niejednokrotnie wypełnione żywicą, zaś w cewkach sąsiadujących z nimi występują dość często płytki z żywicy.

Na przekroju promienistym szerokość cewek waha się w granicach od 20 do 65 μ, przy czym przeważają cewki szersze. Na ścianach cewek występują jamki lejkowate typu araukarii. Jamki te są ustawione najczęściej w dwóch, rzadziej w trzech ciągłych rzędach, naprzemianlegle. Jamki te stykają się ze sobą i spłaszczają wzajemnie w miejscach zetknięcia, skutkiem czego mają one najczęściej zarys pięcio- lub sześciokątny.

Otwór jamki jest okrągły lub soczewkowaty. Wysokość jamki wynosi przeciętnie 12—14 μ.

Na cienkich stycznych i poprzecznych ściankach promieni rdzeniowych nie występują jamki, natomiast na ich przekrojach promienistych widoczne są 1 lub 2 szeregi (po 3—5) stykających się i spłaszczonych jamek ze skośnie ustawioną szparą.

Opisane wyżej cechy budowy anatomicznej spotyka się u drewien współczesnej rodziny *Araucariaceae*. Szczególnie charakterystyczne jest występowanie oglądanych w przekroju promienistym cewek z jamkami stykającymi się ze sobą, ustawionymi w jednym lub kilku naprzemianległych szeregach. Nie są jamkowane poziome i styczne ścianki promieni rdzeniowych; brak w drewnie przewodów żywicznych. Odróżnienie od siebie po cechach anatomicznych drewna dziś żyjących rodzajów tej rodziny, tj. *Agathis* i *Araucaria* napotyka na znaczne trudności i uchodzi prawie za niemożliwe (P. G r e g u s s 1952).

Kopalne drewna o budowie typu araukarii zalicza się do rodzaju *Araucarioxylon* K r a u s = *Dadoxylon* E n d l.

ARAUCARIOXYLON ZE STEMPINY

Drewno ze Stempiny jest również okazem w doskonałym stanie zachowania. Jest to skamieniały odcinek pnia długi i szeroki około 10 cm, barwy szarawej. Pochodzi on z ciemnych łupków warstw grodziskich (barrem) z fliszu karpackiego.

Przekrój poprzeczny tego okazu okazuje granice przyrostu zaznaczone przez 1—3 warstw drobnych i spłaszczonych cewek, nie różniących się grubością ścian od pozostałych. Przekroje cewek mają najczęściej zarys czworokątny lub pięciokątny. Promieniowa średnica cewek z granicy przyrostu waha się w granicach od 4 do 16 μ, u pozostałych od 20 do 50 μ. Szerokość słoja wynosi od 5 do 15 warstw cewek. Jednoszeregowe promienie rdzeniowe przebiegają gęsto, oddzielone od siebie 4 — 6 (2 —8) szeregami cewek. Dość często występuje w cewkach zawartość barwy ciemnobrunatnej, przypuszczalnie natury żywicznej. Występuje ona najczęściej w promieniach rdzeniowych oraz w małych cewkach na granicy przyrostów.

Przekrój styczny (Tab. II, 8) okazuje promienie rdzeniowe jednoszeregowe, czasem częściowo dwuszeregowe. Przeciętnie osiągają one wysokość 2—9 (16) pięter. Kształt komórek promieni jest okrągły, niekiedy eliptyczny, ich wysokość wynosi od 16 do 32 μ. Wnętrze ich jest często wypełnione żywicą, a w cewkach sąsiadujących z nimi widoczne są niejednokrotnie płytki z żywicy.

Na przekroju promienistym szerokość cewek waha się w granicach od 20 do 48 μ. Jamki na tych ścianach cewek występują niezbyt obficie i są rozmieszczone w postaci ciągłych, pojedynczych szeregów. Bardzo rzadko pojawia się tu i drugi ich szereg, naprzemianlegle z pierwszym. Najczęściej jamki spłaszczają się nawzajem w miejscu zetknięcia, lecz bywają i jamki zupełnie zaokrąglone. Wysokość jamek wynosi około 16 μ.

Poprzeczne i styczne ściany promieni rdzeniowych są cienkie i nie posiadają jamek, natomiast na ich promienistych ściankach znajdują się liczne drobne jamki, niezbyt wyraźnie widoczne. Leżą one gęsto obok siebie, w 2 — 4 poziomych szeregach, po 2—4 w każdym.



Ryc. Stanowiska drewien typu *Araucarioxylon* w Polsce. 1. Kwaczała (M. Raciborski 1889), 2. Częstochowa (W. Gothan 1906), 3. Grójec (J. Lilpop 1917), 4. Łuków (M. Reyman 1956), 5. Stempina (M. Reyman 1956).

Powyższe cechy anatomiczne drewna kopalnego ze Stempiny dowodzą, że należy ono również do szeroko pojętego rodzaju *Araucarioxylon* Kraus = *Dadoxylon* Endl. Świadczy o tym występowanie na cewkach jamek typu araukarii, brak jamek na poziomych i stycznych ściankach promieni rdzeniowych oraz brak przewodów żywicznych w drewnie. Najbardziej rzucającą się w oczy cechą, odróżniającą to drewno od poprzedniego jest występowanie na cewkach jamek, ustawionych prawie wyłącznie w jednym rzędzie. Według W. Gothana (1905), ilość rzędów jamek u *Araucarioxylon* nie ma wszakże większej wartości diagnostycznej, ponieważ zależy od wieku drewna i miejsca jego występowania w roślinie (pień, gałęzie, korzenie).

INNE DREWNA TYPU *ARAUCARIOXYLON* W POLSCE

J. Lilpop (1929) wspomina o trzech miejscach występowania drewien typu *Araucarioxylon* na ziemiach polskich. Najdawniej znane są skrzemieniałe pnie z permokarbońskich warstw z okolicy Kwaczały, które M. Raciborski (1889) oznaczył jako *Araucarites (Araucarioxylon* Kraus) *Schrollianus* Goepp. i *Araucarioxylon Rollei* (Ung.) Kr.

Sam J. Lilpop (1917) opisał drewno z jurajskich glinek ogniotrwałych z Grójca jako *Araucarioxylon* Kraus. W. Gothan (1906) zaś opisał drewno typu *Dadoxylon* Endl. z Częstochowy, z utworów jury brunatnej (bat).

PRZYNALEŻNOŚĆ SYSTEMATYCZNA

Nasuwałoby się pytanie, do jakich rodzajów i gatunków należą drewna kopalne o opisanym typie budowy anatomicznej. Jest to zagadnienie trudne i można wątpić, czy odpowiedź na to pytanie jest w ogóle możliwa. Nie ulega wątpliwości, że budowa drewna typu araukarii jest bardzo stara i że występuje ona u różnych grup nagozalążkowych. W karbonie zasadniczo taką budowę posiadały pnie kordaitów, pteridofytów, walchii itp. (W. Gothan, H. Weyland 1954). Pnie skrzemieniałe permokarbońskie, określone jako *Araucarites Schrollianus* Goepp., które występują u nas koło Kwaczały (M. Raciborski 1889), należą według R. Florina (1940) do rodzaju *Walchia*. Drzewa te przypominały swym pokrojem araukarie; jednak ostatnie badania Florina (1951) wykazały, że na podstawie budowy szyszek trzeba je uważać za formy wyjściowe grupy *Abietineae*.

R. Kräusel (1949) wypowiedział zapatrywanie, że z całą pewnością większość drewien *Araucarioxylon* z paleozoikum, a również niektóre ze starszego mezozoikum w ogóle nie należały do koniferów, lecz do kordaitów i innych klas roślin nagozalążkowych. Próbowano znaleźć kryteria pozwalające odróżnić „prawdziwe" *Araucarioxylon* od np. *Cordaioxylon*. Za szczególną cechę pozwalającą odróżnić drewno kordaitów od innych nagozalążkowych uważa się występowanie w pniu szerokiego rdzenia porozrywanego, tj. przedzielonego pustymi soczewkowatymi komorami, oraz brak drewna dośrodkowego (R. Kräusel 1928). W wielu jednak przypadkach nie można zastosować tych kryteriów. Kräusel pisze wprost, że „obecność drewna typu *Araucarioxylon* nie świadczy jeszcze o występowaniu drzew z rodziny *Araucariaceae*. Jeśli takie drewno pochodzi z warstw młodszych, np. kredowych, to może uchodzić za pewne, że mamy wówczas do czynienia z jakimś

drewnem szpilkowym, przy warstwach starszych nie mamy jednakże nawet tej pewności" (R. K r ä u s e l 1949, s. 194).

Skądinąd wiemy (A. C. S e w a r d 1933, W. G o t h a n, H. W e y l a n d 1954), że w okresie jurajskim były rozpowszechnione drzewa o ulistnieniu i szyszkach żeńskich, zbliżonych do współczesnych form z rodziny *Araucariaceae,* takich jak np. *Araucaria excelsa* czy *A. Bidwilli.* Stąd też z dużym prawdopodobieństwem można przypuszczać, że opisywane wyżej drewna pochodziły bądź to z koniferów należących do rodziny *Araucariaceae,* bądź też ze spokrewnionych z tą rodziną drzew wymarłych.

Niektórzy badacze (A. C. S e w a r d 1933, M. K o s t y n i u k 1951) sądzą, że jeszcze w paleogenie rodzina *Araucariaceae* była reprezentowana w Europie i Azji, podczas gdy inni (W G o t h a n, H. W e y l a n d 1954) uważają, że powyższe stanowiska *Araucariaceae* mogą budzić pewne zastrzeżenia. Dzisiaj występowanie tej rodziny ogranicza się do Australii i pobliskich wysp oraz Ameryki Południowej.

Z tego wynika, że każde drewno kopalne, posiadające cechy anatomiczne typu araukarii od permokarbonu po paleogen, przedstawia w dzisiejszym stanie wiedzy nie dającą się rozwiązać zagadkę, o ile chodzi o ścisłe ustalenie jego przynależności systematycznej. Wydaje się też prawdopodobne, iż rzeczywisty postęp w rozpoznawaniu pozycji systematycznych drewien kopalnych typu *Araucarioxylon* osiągnie się dopiero wtedy, gdy uda się związać drobne między nimi różnice anatomiczne z różnicami morfologicznymi ich organów rozmnażania.

STRESZCZENIE

W pracy opisano budowę anatomiczną dwóch drewien *Araucarioxylon* K r a u s = *Dadoxylon* E n d l. ze środkowej jury (kelowej) i dolnej kredy (barrem) z terenu Polski.

Stwierdzono, że ścisłe ustalenie przynależności systematycznej drewien mezofitycznych o typie budowy araukarii nie jest możliwe, dopóki nie uda się związać drobnych między nimi różnic anatomicznych z różnicami morfologicznymi ich organów rozmnażania.

Instytut Botaniki PAN
w Krakowie

(Wpłynęło dn. 9.III.1956 r.)

S U M M A R Y

The subject of the present paper is the description of the anatomic structure of two specimens of *Araucarioxylon* K r a u s = *Dadoxylon* E n d l. wood from the Middle Jurassic (Kelloway) and the Lower Cretaceous (Barremian) from the territory of Poland.

It has been established that it is impossible to define precisely the systematic appartenance of the mesophytic wood of the type of structure of *Araucaria* until we succeed in connecting the slight anatomic differences that exist between them with the morphological differences of their reproductive organs.

LITERATURA

Florin R., 1940, Die Koniferen des Oberkarbons und unteren Perms, Palaeontogr. 85,B;z(5):243—363.

Florin R., 1951, Evolution in Cordaites and Conifers, Acta Horti Bergiani, 15(11): 285—388.

Gothan W., 1905, Zur Anatomie lebender und fossiler Gymnospermenhölzer, Abh.Kgl.Preuss.Geol. L. A., N.F. 44, Berlin.

Gothan W., 1906, Fossile Hölzer aus dem Bathonien von Russisch-Polen, Verh.Russ.Kais.Min.Ges.Petersburg.IIs., 44.

Gothan W., Weyland H., 1954, Lehrbuch der Paläobotanik, pp. 535, Akademie Verl., Berlin.

Greguss P., 1952, Xylotomie der *Araucariaceen*, Acta Biol. Ac. Sci. Hung., 3, F (4): 443—542.

Jahn A., 1949, Nowe dane o położeniu kry jurajskiej w Łukowie, Roczn. Pol. Tow. Geol., 19: 371—385.

Kostyniuk M., 1951, Z postępów botaniki trzeciorzędu II. Wiad.Muz.Ziemi 5.

Kräusel R., 1928, Paläobotanische Notizen X. Über ein Keuperholz mit cordaitoidem Mark, Senckenbergiana 10.

Kräusel R., 1949, Die fossilen Koniferen-Hölzer, Palaeontogr., 89 B, (4—6): 83—203.

Lilpop J., 1917, Mikroskopisch-anatomische Untersuchungen der Mineralkohlen, Bull. Acad. Sc. Crac.: 6—24.

Lilpop J., 1929, Roślinność Polski w epokach minionych, pp. 224, Lwów. Jakubowski.

Makowski H., 1952, La faune Callovienne du Łuków en Pologne, Palaeontol. Polon., 4.

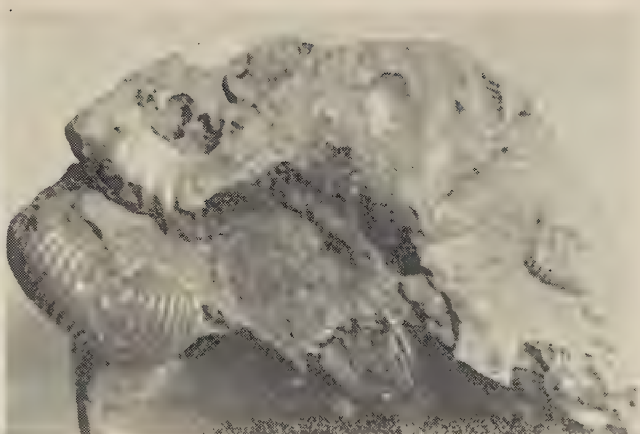
Morawski J., 1955, Kra jurajska spod Łukowa w świetle prac wiertniczych, Przegl. Geol. (9): 440—442.

Raciborski M., 1889, O niektórych skamieniałych drzewach okolicy Krakowa, Spraw. Kom. Fizj. Ak. Um. w Krakowie, 23: 170—181.

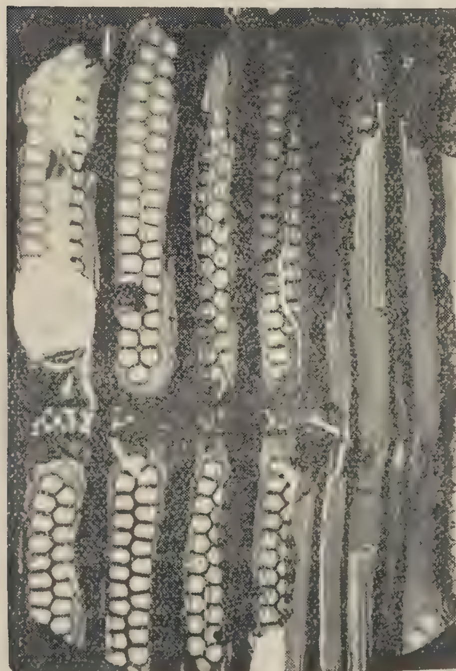
Seward A. C., 1933, Plant Life through the Ages, pp. 603, Cambridge.



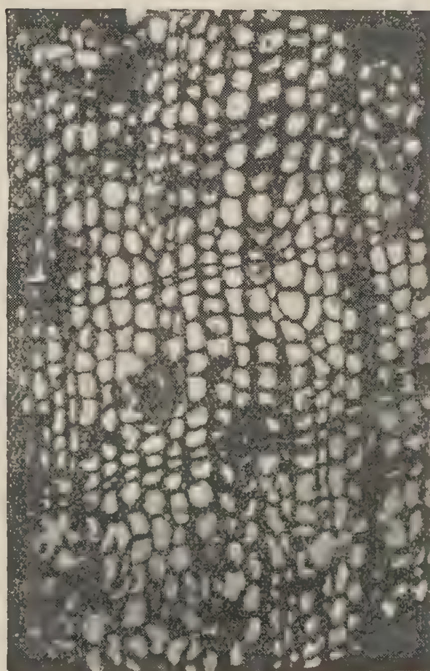
2



1



3



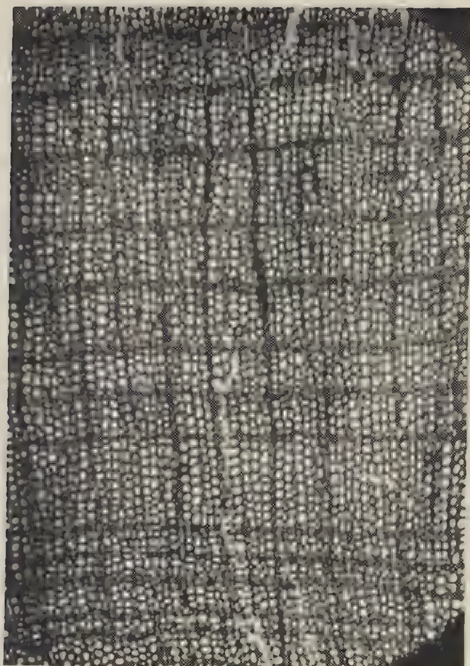
4

1. *Araucarioxylon* sp., Łuków (nieco zmniejszone).
2. *Araucarioxylon* sp., Łuków. Przekrój promienisty, × 80.
3. *Araucarioxylon* sp., Łuków. Przekrój promienisty, × 150.
4. *Araucarioxylon* sp., Łuków. Przekrój poprzeczny, × 80.

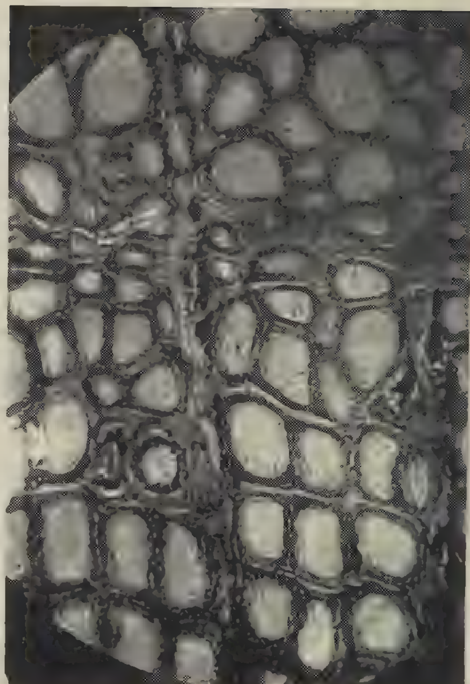
Objaśnienia do Tabl. II (na odwrocie)

5. *Araucarioxylon* sp., Stempina. Przekrój poprzeczny, × 20.
6. *Araucarioxylon* sp., Stempina. Przekrój poprzeczny, × 150.
7. *Araucarioxylon* sp. Stempina. Przekrój poprzeczny, × 150.
8. *Araucarioxylon* sp. Stempina. Przekrój styczny, × 80.

Fot. S. Myczkowski



5



6



7



8

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
VOL. XXV — Nr 3
1956

Plankton roślinny zbiornika zaporowego w Kozłowej Górze w latach 1951—1953

Phytoplankton of the dam-reservoir at Kozłowa Góra in the years 1951—1953

C. SZKLARCZYK

WSTĘP

Celem pracy było szczegółowe zbadanie planktonu zbiornika zaporowego w Kozłowej Górze oraz prześledzenie wpływu, jaki wywiera rzeka Brynica na skład planktonu w zbiorniku. W tym celu przeprowadzono badania jakościowe i ilościowe planktonu zbiornika i dopływu Brynicy.

Praca ta wchodzi w zakres zespołowego opracowania zbiornika podjętego przez Zakład Badań Wodociągowych i Kanalizacyjnych Politechniki Śląskiej w Gliwicach pod kierunkiem prof. dra K. Starmacha i prof. dra E. Zaczyńskiego.

Panu prof. drowi K. Starmachowi serdecznie dziękuję za powierzenie mi powyższego tematu oraz za stałą i uczynną pomoc przy jego opracowaniu.

OPIS ZBIORNIKA I ZLEWNI

Zbiornik w Kozłowej Górze powstał w latach 1935—39 po wybudowaniu tamy na rzece Brynicy, przy drodze Kozłowa Góra — Wymysłów. Spiętrzona woda Brynicy zalała szeroką dolinę tej rzeki i utworzyła zalew o maksymalnej powierzchni 575 ha. Zbiornik ten po raz pierwszy został całkowicie wypełniony w roku 1949. Obecnie jest eksploatowany przez Stację Wodociągową w Kozłowej Górze.

Granice zbiornika tworzą: od południa tama i biegnąca na niej droga Kozłowa Góra — Wymysłów, od zachodu wał ochronny o długości 2,5 km, zabezpieczający przed zalaniem park w Świerklańcu. Przedłużeniem granicy zachodniej aż do rzeki Brynicy jest las, którego brzeg stale zatopiony wykarczowano, nie usunięto jednak pni. Za północną granicę zbiornika można przyjąć drogę we wsi Niezdara z mostem nad Brynicą. W kierunku południowo-wschodnim od mostu wybudowano groblę chroniącą przed za-

laniem wieś Niezdarę. Groblą tą odcięto małe zagłębienie terenu i utworzono staw o powierzchni 7,5 ha. Poziom wody w tym stawie podnosi się przy całkowitym wypełnieniu zbiornika i jest regulowany przez przepompowywanie wody do zbiornika. Od wschodu graniczą ze zbiornikiem gminy: Sączów, Tępkowice, Ossy i Wymysłów. Brzegi stanowią tam pola uprawne i łąki, z wyjątkiem zalesionych obszarów należących do wsi Wymysłów.

Dno zbiornika, jak już wspomniano wyżej, to dawna dolina rzeki Brynicy, pokryta niegdyś łąkami na torfach nizinnych, osadzonych na podłożu piaszczystym. Darń łąkowa nie uległa jeszcze do dziś zupełnemu rozkładowi.

Dopływ rzeki Brynicy wynosi przeciętnie 1,99—2,36 m^3/sek., średni pobór wody ze zbiornika wynosi 1,5 m^3/sek.

Cechy limnometryczne zbiornika są następujące (C h r a m i e c 1951):

	Poziom wody		
	maksymalny	średni	minimalny
1. Zwierciadło wody m n.p.m.	278,5	277,0	275,5
2. Powierzchnia F ha	575	420	215
3. Objętość V km^3	14,4	6,7	2,15
4. Maksymalna głębokość hm	5,5	4	2,5
5. Średnia głębokość V : F = hśr.	2,5	1,6	1,0
6. Głębokość względna hm: F = hw	0,00229	0,00195	0,001365
7. Wskaźnik głębokości hśr: hw	0,453	0,4	0,4

Jak wynika z zestawienia cech limnometrycznych, zbiornik w Kozłowej Górze jest płytki i rozległy oraz posiada duże wahania powierzchni, objętości i głębokości wody. Wahania poziomu wody w zbiorniku mieszczą się w granicach rzędnej 278,5 i 275,00, co odpowiada powierzchni 575 ha i 215 ha, czyli wahania pomiędzy najwyższym i najniższym stanem wody odbywają się na powierzchni 360 ha. Wskutek tego od końca lata przez jesień i zimę może ulegać osuszeniu więcej niż połowa zbiornika. Ma to duży wpływ na troficzność zbiornika. Użyźnia go bowiem rozłożony i zmineralizowany muł w czasie jesienno-zimowego osuszenia dna.

Względna głębokość waha się od 0,00229—0,001365, co wskazuje na małą głębokość w stosunku do powierzchni, w wyniku czego możliwe jest ciągłe mieszanie wody przez wiatry aż do dna.

Brak strefy głębinowej i związana z tym zdolność do wielokrotnie powtarzającej się pełnej cyrkulacji wody pozwalają zaliczyć zbiornik w Kozłowej Górze do kategorii stawów.

W okresie badań zbiornik był skąpo zarośnięty przez rośliny kwiatowe. Spośród roślin podwodnych występowały dość często kępy rdestnic, głównie rdestnicy połyskującej (*Potamogeton lucens* L.), rdestu ziemnowodnego (*Polygonum amphibium* L.), włósiennicznika (*Batrachium* sp.), strzałki wodnej (*Sagittaria sagittifolia* L.), jeżogłówki (*Sparganium* sp.) i innych. Zajmowały one w stosunku do całej powierzchni zbiornika niewielką przestrzeń.

W roku 1951 północne przybrzeża zbiornika zarośnięte były bogato kropidłem wodnym (*Oenanthe aquatica* (L.) Poir.). Najbujniej rozwinęło się ono na północno-zachodnich brzegach, na obszarze po wykarczowanym lesie, bogatym w substancje humusowe, gdzie też tworzyło zwarty łan. W mniejszych ilościach występowało i w innych częściach zbiornika, głównie w pobliżu brzegów, gdzie gromadził się obficie ciemny muł lub przez wodę naniesiony w większej ilości detrytus.

Północno-wschodnie brzegi w pobliżu wsi Niezdary zarośnięte były trzciną pospolitą (*Phragmites communis* Trin.) Zarośla były rzadkie, gdyż działał na nie niszcząco zmieniający się stale poziom wody oraz silne falowanie.

Okresowe zmiany poziomu wody od wiosennego maksimum do jesiennego minimum powodują brak zespołów roślinności przybrzeżnej, charakterystycznych dla jezior i stawów.

Zlewnię zbiornika w Kozłowej Górze stanowi Brynica i jej dorzecze. Mniej więcej połowę dorzecza zbiornika pokrywają lasy sosnowo-świerkowe z domieszką brzozy, dębu i lipy. Szczególnie zalesiony jest prawy brzeg rzeki, a także lewy powyżej wsi Zendek. Resztę dorzecza zajmują pola uprawne i łąki. Na terenie dorzecza występuje kompleks gleb piaszczystych i rędzin oraz bielice i rędziny.

WAŻNIEJSZE DANE METEOROLOGICZNE I FIZYCZNO-CHEMICZNE

Opady atmosferyczne zlewni zbiornika w Kozłowej Górze zestawiono wg danych stacji meteorologicznej w Świerklańcu. Przedstawia je zestawienie podane na str. 540.

Jak wynika z powyższych danych, rok 1952 był najbogatszy w opady, natomiast lata 1951 i 1953 posiadają opady znacznie mniejsze od średniej sumy wieloletniej.

Średnie temperatury powietrza w tych latach są przedstawione w tym samym zestawieniu.

Temperatury w latach 1951—53 były wyższe od średniej wieloletniej, rok 1952 był najchłodniejszy, różnica wynosiła wtedy tylko +0,2°C.

Miesiące:	Średnia suma opadów	Odchylenia od średniej wieloletniej		
	z lat 1891-1930 w mm	1951	1952	1953
Styczeń	46	3,5	13,8	22,1
Luty	37	11,6	44,7	16,8
Marzec	40	9,9	13,4	19,0
Kwiecień	58	18,5	25,4	13,9
Maj	69	51,4	23,3	1,6
Czerwiec	82	31,1	1,4	4,2
Lipiec	101	67,8	92,1	9,8
Sierpień	88	26,9	14,6	30,0
Wrzesień	59	37,8	90,9	22,4
Październik	59	—	28,7	33,5
Listopad	46	7,6	36,4	2,4
Grudzień	47	22,2	32,5	22,9
Średnia roczna:	732	201,5	38,6	121,6

Miesiące:	Średnie temp.	Odchylenia od średnich temperatur		
	z lat 1881-1930 w °C.	1951	1952	1953
Styczeń	—2,5	2,1	2,1	0,4
Luty	—1,5	2,9	2,9	0,1
Marzec	2,4	0,9	4,5	1,1
Kwiecień	7,4	1,1	2,5	3,8
Maj	13,1	0,6	1,1	0,4
Czerwiec	15,8	1,4	0,2	3,2
Lipiec	17,7	0,4	0,9	2,7
Sierpień	16,5	3,1	2,8	0,6
Wrzesień	13,0	2,3	1,2	1,3
Październik	8,2	1,9	0,6	2,2
Listopad	2,8	3,7	0,7	0,8
Grudzień	0,8	1,6	0,6	0,4
Średnia roczna:	7,7	1,33	0,2	1,36

Temperatury powierzchniowe wody mierzono w oznaczonych punktach zbiornika; przedstawia je tabela 1.

Tabela 1 — Table 1

Powierzchniowe temperatury wody w C⁰

Temperature of the water surface in C⁰

Data — Date	Punkt 1 Point 1	Punkt 2 Point 2	Punkt 3 Point 3	Punkt 4 Point 4	Punkt 5 Point 5
		1951 r.			
7— 8.VIII	25,2	26,5	22	23	23
23—24.VIII	21	21	18,6	20,2	21
6— 7.IX	21	22	19,8	22	22
21—22.IX	12,8	13	8,8	13,2	12,5
9—10.X	7,5	8	6	8	8
22—23.X	7	—	—	7,6	8
5— 6.XI	5,5	6	5,8	—	6
19—20.XI	4,8	4,7	6	—	4,9
3— 4.XII	2,6	2,3	4	2	—
17—18.XII	zb. z.	0,6	zb. z.	1	0,7
		1952 r.			
4.II		zbiornik zamarznięty (water frozen)			
25.III		„	„	„	„
24.IV	13,8	16	17,5	14	—
7.V	16	17,6	17,6	16	16,2
23.V	10,8	10,2	12	10,2	11,5
4.VI	17,5	17	18,1	16,7	17,5
3.VII	—	—	22	24,2	24
18.VII	21	—	21	21,5	—
4.VIII	22	—	—	—	—
25.VIII	20,5	—	16	20	19,5
11.IX	12,7	13	10,7	13	13
25.IX	10,2	—	12	10,8	10,4
10.X	8	8	7,5	7,8	8,2
29.X	6,5	—	7	7	—

Średnie temperatury wody w okresie od 7.VIII.1951 — 29.X.1952 wahały się w punkcie 1,2,4,5 i 3 od 12,3⁰C do 14,5⁰C. Najwyższą temperaturę zanotowano w dniu 7.VIII.1951 r. w punkcie 2., wynosiła ona 26,5 C., najniższą + 0,6⁰ C także w tym samym punkcie w dniu 17.XII.1951 r.

W zimie roku 1951/52 zbiornik był zamarznięty od drugiej połowy grudnia do końca marca.

Przeźroczystość wody w badanym okresie, mierzona za pomocą tarczy białej o powierzchni 200 cm^2, była bardzo zmienna, wahała się od 0,35 m—2,2 m.

Skład chemiczny zbiornika w latach 1951—1953 charakteryzują dane wykonane przez mgr Z. Cybulską, zestawione w tabelach 2A i 2B. Na tab. 2A przedstawiono graficznie, wg Starmacha, chemiczny skład wody zbiornika i dopływu w latach 1951/52 za pomocą tzw. spektrów odpowiadających trzem stopniom troficzności: małej zawartości składników pokarmowych (oligo), średniej (mezo) i dużej (poli). Wielkości składników wzięto z danych średnich, występujących w okresie zimowo-wiosennym i letnio-jesiennym. Granice dla poszczególnych wielkości wyznaczono wg danych Stangenberga (1938) odnoszących się do stawów rybnych i danych Hölla (1938) dla chlorków, siarczanów i dwutlenku węgla oraz danych Ohlego dla wapnia. Z tabel 1A i 1B wynika, że woda w zbiorniku posiada na ogół średni stan pokarmowy.

METODYKA PRACY

Praca niniejsza obejmuje plankton sieciowy zbiornika i rzeki Brynicy w miejscu dopływu jej do zbiornika. Oparta jest na materiale zebranym w okresie od 7.VIII.1951 do 31.XII.1953. W roku 1951-52 (od 7.VIII.51 do 29.X.52) materiał do badań zbierano co dwa tygodnie w 5 punktach zbiornika oznaczonych na ryc. 1. W zimie pobierano próby rzadziej. W roku 1953 opracowano próby planktonowe z punktu pierwszego.

Wyżej wymienione punkty rozmieszczone były następująco:

Punkt 1. główny znajdował się w odległości około 100 m powyżej tamy.

Punkt 2. położony był mniej więcej w środku zbiornika, naprzeciw spalonego zamku w Świerklańcu.

Punkt 3. znajdował się w Brynicy przy jej dopływie do zbiornika.

Punkt 4. wyznaczono przy zachodnim brzegu w najszerszej części zbiornika.

Punkt 5. znajdował się na przeciwległym wschodnim brzegu zbiornika.

Na każdym z wyżej wymienionych punktów pobierano siatką z gazy młynarskiej nr 25 próby do analizy jakościowej i szacowania ilościowego. Przecedzano w tym celu przez siatkę planktonową 10 l wody z powierzchni oraz 3 l zaczerpniętej batometrem Ruttnera z różnych głębokości w odstępach 1—1,5 m. Pobierano także w tych samych punktach próby wody niefiltrowanej o objętości 100 cm^3 do badań ilościowych w komorze

Tabela 2A — Table 2A

Przeciętny skład chemiczny wody zbiornika i dopływu (wg Starmacha)

Average chemical composition of the water of the reservoir and of the influx

Określenie Components		W zbiorniku — In reservoir			Przy dopływie — In influx		
		Mało Few	Średn. Medium	Dużo Abundant	Mało Few	Średn. Medium	Dużo Abundant
Barwa mg/l Pt	Z—W		▬			▬	
Colour mg/l Pt	L—J		▬			▬	
Utlenialność mg/l O_2	Z—W		▬		▬		
Oxidebility mg/l O_2	L—J		▬			▬	
Amoniak mg/l N	Z—W		▬			▬	
NH_3 mg/l N	L—J		▬			▬	
Azotyny mg/l N	L—W	▬			▬		
NO_2 mg/l N	Z—J	▬			▬		
Azotany	Z—W			▬			▬
NO_3 mg/l N	L—J		▬			▬	
Fosforany mg/l N PO_4	Z—W		▬			▬	
Phosphate mg/l PO_4	L—J		▬			▬	
Chlorki mg/l Cl	Z—W	▬			▬		
Chlorides mg/l Cl	L—J	▬			▬		
Siarczany mg/l SO_4	Z—W		▬			▬	
Sulphides mg/l SO_4	L—J		▬			▬	
Żelazo mg/l Fe	Z—W		▬			▬	
Ferrum mg/l Fe	L—J		▬			▬	
Mangan mg/l Mn	Z—W		▬			▬	
Manganese mg/l Mn	L—J		▬			▬	
Krzemionka mg/l SiO_2	Z—W	▬			▬		
mg/l SiO_2	L—J	▬			▬		
Wapń mg/l CaO	Z—W		▬			▬	
Calcium mg/l CaO	L—J		▬			▬	
Zasadowość mg/l $CaCO_3$	Z—W		▬			▬	
mg/l $CaCO_3$	L—J		▬			▬	
CO_2 wolny mg/l	Z—W	▬			▬		
CO_2 free mg/l	L—J	▬			▬		

Z—W — okres zimowo-wiosenny od XI—V. from winter to spring (XI—V)

L—J — okres letnio-jesienny od VI—X. from summer to autumn (VI—X).

Tabela 2B

Zestawienie wyników analiz chemicznych wód ze zbiornika

The chemical composition of water in

Składnik Components	Pora roku Season	1951 Jesień Autumn 15.IX—15.XI wahania od do from-to	1951 Zima Winter 15.XI—II wahania od do from-to
Temperatura wody °C	temperature °C	6,5—12,5	0,5—6
Barwa mg/l Pt	colour mg/Pt	45—60	25—30
Mętność mg/l SiO_2	turbidity mg/l SiO_2	7—32	17—25
Zapach na zimno	odour when cold	—	—
Zapach na gorąco	odour when hot	—	—
pH		7,35—7,45	7,5—7,6
Amoniak mg/l N	NH_3 mg/l N	0,0—0,24	0,095—0,66
Azotany mg/l N	NO_3 mg/l N	0—0,23	0,64—1,05
Azotyny mg/l N	NO_2 mg/l N	0,0005-0,0012	0,0004—0,001
Azot organiczny mg/l N	organic nitrogen mg/l N	0,96—1,06	0,64—1,00
Azot albuminowy mg/l N	albunen nitrogen mg/l N	0,74—1,04	0,4—0,6
Chlorki mg/l Cl	chlorides mg/l Cl	9,1—9,6	7,68—8,2
Utlenialność mg/l O_2	oxidability mg/l O_2	11,8—16,1	4,8—10,7
Fosforany mg/l PO_4	phosphate mg/l PO_4	0,086—0,25	0,01—0,15
Tlen rozpuszczony O_2 mg/l	dissolved oxygen mg/l O_2	8,96—9,6	11,07—14,6
Procent nasycenia tlenem	% of O satiety	76,0—88,5	88,2—104,1
CO_2 wolny mg/l CO_2	CO_2 free mg/l CO_2	3,3—5,0	2,5—3,8
CO_2 nagryzający mg/l CO_2	CO_2 aggressive mg/l CO_2	0—0	0
Siarczany mg/l SO_4	sulphides mg/l SO_4	23,9—31,5	32,5—37
Zasadowość mg/l $CaCO_3$	$CaCO_3$ mg/l	105—110	96,3—98,8
Twardość ogólna st. niem.	total hardness (German degrees)	7,1—8,1	7,1—8,3
Twardość przemijająca st. niem.	carbonate hardness (German degrees)	5,9—6,2	5,4—5,5
Twardość stała st. niem.	non carbonate hardness (German degrees)	0,9—2,2	1,6—2,8
Sucha pozostałość mg/l	dry, mattr residue mg/l	200—240,0	198,0—240,0
Pozostałość po prażeniu mg/l	residue after calcination $mg/_1$	108,0—120,0	114—150
Strata przy prażeniu mg/l	losses after calcination $mg/_2$	92,0—124.0	76,0—90,0
Żelazo mg/l Fe	ferrum mg/l Fe	0,04—0,6	0,16—1,17
Mangan mg/l Mn	manganese mg/l Mn	0,03—0,09	0,01—0,13
Krzemionka mg/l SiO_2	SiO_2 mg/l	3,0—4,0	2,5—4,9
Wapń mg/l CaO	calcium mg/l CaO	58,3—62,7	57,5—63,6
Magnez mg/l Mg	magnesium mg/l MgO	2,4—16,5	6,5—13,9

Table 2B

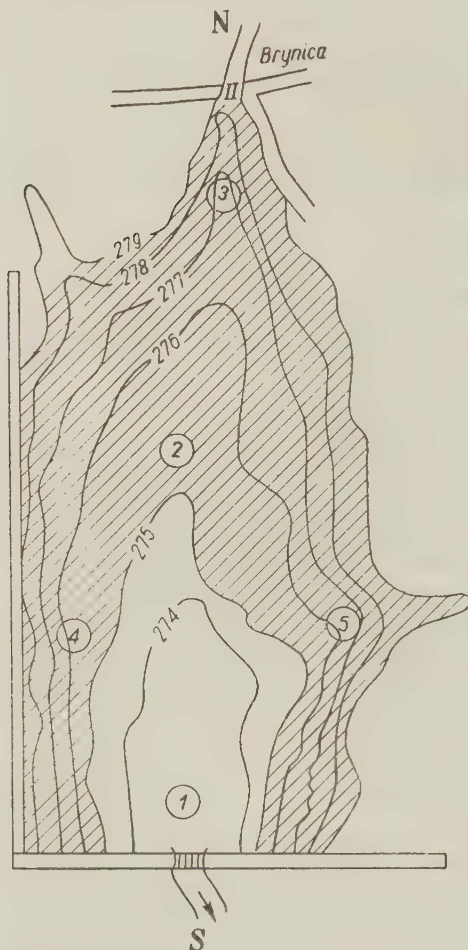
w Kozłowej Górze, pobranych w punkcie I od 15.IX.1951 — II.1953

the dam reservoir at Kozłowa Góra

1952			1953			
Wiosna Spring	Lato Summer	Jesień Autumn	Wiosna Spring	Lato Summer	Jesień Autumn	Zima Winter
III—15.V	15.V—15.IX	15.IX—15.XI	III—15.V	15.V—15.IX	15.IX—15.XI	15.XI—II
wahania od do from-to	wahania od do from-to	wahania od do from-to	wahania od do from-to	wahania od do from-to	wahania od do from-to	wahania od do from-to
0,5—16	11,5—22,8	6,5—10,2	2,0—10,2	17,5—20,5	5,3—13,3	0—2,6
33—40	30—47	38—48	29—40	23—30	25—30	20—26
10—25	4—18	5—18	12—14	12—17	12—17	10—17
—	—	—	0—1R	1R—2R	0—1R	0—1R
—	—	—	1R—2R	2R—1G	1R—2G	1R—2R
6,95—7,3	7,4—7,75	7,45—7,55	7,1—7,45	7,2—7,8	7,35—7,65	7,3—7,55
0,1—0,42	0,09—1,1	0,05—0,23	0,06—0,66	0,20—0,52	0,30—0,55	0,25—0,43
0,72—2,5	0—0,86	0,12—0,16	0,11—0,45	0,08—1,70	0,11—0,32	0,30—2,50
0,0014-0,0026	0—0,002	0,002 0,004	0,001—0.002	0,002—0,003	0,002—0,003	0.001—0,002
0,6—1,5	0,23—2,52	2,24—6,65	1,08—2,00	1,43—2,70	1,25—3,33	1,50—3,00
0,12—0,81	0,2—1,05	1,54—2,17	0,50—1,00	0,40—1,25	0,36—1,67	0,60—1,67
8,19—9,2	8,2—10,2	9,2—10,2	8,0—9,2	8,2—10,2	8,1—10,2	8,3—9,2
7,4—9,13	6,9—11,5	8,6—11,0	7,7—9,8	8,6—11,2	8,4—9,8	6,2—8,1
0,187—83	0,26—1,04	0,2—0,42	0,10—0,47	0,32—0,47	0,07—0,30	0,07—0,36
8,5—11,2	7,7—12,7	9,6—11,4	9,85—12,47	6,18—10,00	8,80—9,40	8,70—12,00
78,6—93,4	82,4—142,4	82,8—92,6	85,6 96,9	68,7—106,2	69,3—84.0	78,6—83.8
2,0—4,5	0—6,3	1,75—2,25	4,50—7,25	2,75—7,00	6,75—8,90	5,90—10,25
1,25—3,5	0—4,0	0—1,0	—	—	—	—
49—53,1	32,5—48,6	37—43,2	—	—	—	—
47,5—58,0	65—102,5	60,0—90,0	56,3—61,3	61,3—82,5	86,3—92,5	86,3—113,8
5,6—6,2	5,9—7	6,4—7,3	4,7—6,0	5,6—6,0	5,6—7,0	6,2—9,2
2,7—3,3	3,6—5,5	3,4—5,0	3,2—3,4	3,4—4,6	4,8—5,2	1,4—2,8
2,6—3,0	1,0—2,5	1,9—3,9	1,5—2,6	2,2—1,4	0,8—1,8	4,8—6,4
172—214	174,0—268,0	186,0—200,0	175,0—216,0	180,0—218,0	200,0—204,0	195,0—230,0
122—142	90 -114	110,0—142,0	100,0—131,0	94,0—116,0	100,0 108,0	98,0—140,0
48—72	66—108	58,0—84,0	75,0—85,0	86,0—102,0	100,0—96,0	97,0—90,0
0,13—0,43	0,05—0,33	0,14—0,62	0,32—1,00	0,15—0,35	0,20—0,32	0,18—0,45
0,18—0,33	0,04—0,52	0,14—0,25	0,06—0,50	0—0,40	0,01—0,14	0,02—0,25
3,9—6,25	0,6—2,8	2,3—4,0	2,0—4,0	1,5—2,0	2,5—3,0	3,0—7,0
44,5—50,2	49,8—68,0	62,5—65,5	—	—	—	—
6,5—10,1	0,22—10,1	2,9—7,2	—	—	—	—

Kolkwitza; analizy te nie wchodzą w zakres tej pracy. Równocześnie były pobierane próby do analiz chemicznych, które wykonywała mgr Z. Cybulska.

Mierzono równocześnie temperaturę wody, określano jej barwę i przeźroczystość.



Ryc. 1. Mapka orientacyjna zbiornika zaporowego w Kozłowej Górze. Część zakreskowana oznacza obszar, na którym odbywają się maksymalne wahania poziomu wody.

Fig. 1. Map of the dam reservoir at Kozłowa Góra. The striped part denotes the area over which oscillations of water level occur.

Materiał w roku 1951-52 utrwalano formaliną, a w roku następnym mieszaniną alkoholu metylowego lub etylowego z formaliną w stosunku 3:1.

Zebrany materiał sieciowy został opracowany najpierw jakościowo w celu zorientowania się o składzie gatunkowym. Następnie sporządzano spektra planktonowe. Osad zagęszczano jednakowo, aby ilość płynu była dwa razy większa od ilości osadu. Z każdej próby sporządzano trzy preparaty, z każdego preparatu liczono 20 pól widzenia, czyli każde spektrum sporządzano na podstawie 60 przeliczonych pól widzenia. Częstość danego gatunku określano na podstawie skali Starmacha, którą podano poniżej. Przy liczeniu organizmów występujących w danym polu widzenia określano ich wielkość, formę występowania oraz żywotność według skali i oznaczeń Starmacha zestawionych poniżej.

SKALA CZĘSTOŚCI

Liczbowe oznaczenie stopni częstości	Określenie
a/b lub +	Dany organizm spotyka się pojedynczo nie w każdym preparacie, określamy go znakiem + lub ułamkiem, w którym licznik oznacza ilość wszystkich znalezionych osobników, mianownik zaś ilość zbadanych preparatów.
1.	Dany organizm spotyka się w każdym preparacie lub prawie w każdym w ogólnej ilości 1—6 osobników.
2.	Dany organizm spotyka się w każdym preparacie w ilości 7—16 osobników.
3.	Dany organizm spotyka się w każdym preparacie w ilości 17—30 osobników.
4.	Dany organizm spotyka się w każdym preparacie (i prawie w każdym polu widzenia) w ilości 31—50 osobników.
5.	Dany organizm dominuje bezwzględnie, występuje bowiem w każdym preparacie w ilości większej niż 50 osobników.

SKALA WIELKOŚCI

Dany organizm zajmuje w polu widzenia mikroskopu:		Oznaczenie
3/4	powierzchni	5
1/2	„	4
1/4	„	3
1/16	„	2
1/16	„	1

FORMA WYSTĘPOWANIA

	Oznaczenie
pojedyncze komórki	o
nici (np. *Melosira*)	n
wstęgi (np. *Fragilaria*)	w
kolonie	k

OKREŚLENIE ŻYWOTNOŚCI

Oznaczenie	
●	Żywotność normalna (brak objawów degeneracji).
✲	Żywotność zmniejszona; wskazówką orientacyjną może być np. pokrycie komórek czy kolonii epifitami oraz inkrustacjami żelazistymi lub wapiennymi.
○	Żywotność słaba: komórki wykazują objawy degeneracji, odbarwianie się chromatoforów, zziarnienie plazmy, wakuolizację itp.*
⊕	Martwe komórki, np. puste skorupki okrzemek, domki wiciowców, pancerzyki wrotków itp.

---

* Trudno określić słabą żywotność w materiale konserwowanym, ponieważ pod wpływem formaliny następuje wewnątrz komórki zwykle takie zmiany, jakie w żywej komórce są objawem degeneracji.

Preparaty okrzemek były sporządzane w ten sposób, że materiał poddawano acetolizie Erdtmana (1943) i pozbawione treści komórkowej pancerzyki zatapiano w styraksie.

OBJĘTOŚĆ WILGOTNEGO SESTONU

Objętość wilgotnego osadu jest względnym wskaźnikiem produkcji planktonu. Jednakże wyniki, jakie się otrzymuje posługując się prostą metodą osadzania, którą tu zastosowano, trzeba przyjmować krytycznie, ponieważ osad posiada różną gęstość, zależną od kształtu komórek lub osobników tworzących dany osad. Wyniki, jakie się otrzymuje za pomocą tej metody, orientują na ogół nieźle o ilości sestonu.

Objętość osadu mierzono w cylindrach miarowych w cm^3. Czas osadzania trwał 5 dni. Przyjęto w tym celu aż tak długi okres osadzania, ponieważ sinica *Microcystis aeruginosa* posiadająca pęcherzyki gazowe trudno się osadza, tworząc osad przy dnie i na powierzchni próby. Obydwa osady sumowano.

W tabeli 3 zestawiono objętości osadów z 5 punktów zbiornika z roku 1951/52 dla prób uzyskanych przez przecedzenie 10 l wody przez siatkę planktonową.

Z tabeli tej łatwo wyczytać, że w zbiorniku występuje seston w większych ilościach niż w Brynicy. W zbiorniku zaznacza się wyraźnie większa ilość sestonu przy brzegu wschodnim niż zachodnim (5 i 4 p.). Przypisać to należy wiatrom wiejącym w tym czasie przeważnie z zachodu. Odnosi się to głównie do *Microcystis aeruginosa,* która posiada duże i lekkie kolonie, łatwo zwiewane z warstw powierzchniowych przez wiatr. Największe ilości osadu występowały w sierpniu i wrześniu 1951 r. Maksymalną ilość osadu wynoszącą 11,5 cm^3 zanotowano w dn. 8.VIII.1951 w punkcie 5. W następnych miesiącach 1951 r. objętość sestonu maleje i nie przekracza 2 cm^3.

W roku następnym ilości osadu były znacznie mniejsze, objętość sestonu nie przekracza 1 cm^3.

LISTA GATUNKÓW ZNALEZIONYCH W ZBIORNIKU W LATACH 1951-53 ORAZ UWAGI O GATUNKACH WYSTĘPUJĄCYCH W ZBIORNIKU

W latach 1951-53 oznaczono w zbiorniku i przy dopływie Brynicy 110 gatunków glonów, 7 form i odmian, należących do 64 rodzajów. Dla 15 dało się określić tylko rodzaj.

Cyanophyceae

Są ważnym składnikiem planktonu, gdyż sinica *Microcystis aeruginosa* Kutz. emend. Elenk. spowodowała w roku 1951 jeden z największych i najdłużej trwających zakwitów. W latach następnych sinica

Tabela 3 — Table 3

Objętość wilgotnego sestonu w cm³

The volume of fresh seston

1951 r.

Ilość osadu w cm³ Volume of the deposit in cm³		VIII		IX		X		XI		XII	
		7—8	23—24	6—7	21—22	9—10	22—23	5—6	19—20	3—4	17
P. 1.	a)	—	6	0,5	5	1	1	1	1	1	—
	b)	—	1	—	1	ślad	ślad	—	—	ślad	—
P. 2.	a)	10	7	3,5	×4,5	1	1,5	0,5	1,5	—	1,5
	b)	ślad	1	0,5	0,5	ślad	ślad	—	—	—	—
P. 3.	a)	0,5	4	0,5	1	0,5	0,5	1	×2	2	—
	b)	ślad	0,5	ślad	—	—	—	—	—	—	—
P. 4.	a)	—	3,5	6	1	1	1	0,5	1,5	1	1
	b)	—	0,5	1	ślad	ślad	ślad	ślad	—	slad	—
P. 5.	a)	11,5	10	5	3	1	1	1	1	5	1
	b)	0,5	1	0,5	0,5	ślad	—	—	—	ślad	ślad

1952 r.

Ilość osadu w cm³ Volume of the deposit in cm³		II	III	IV	V		VI		VII		VIII		IX	
		4	25	24	7	23	4	17	3	18	4	25	11	25
P 1.	a)	ślad	1	ślad	ślad	1	0,5	—	1	—	0,5	ślad	ślad	0,5
	b)	—	ślad	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P. 2.	a)	—	—	ślad	1	ślad	ślad	1	1	1	—	ślad	1	1
P. 3.	a)	—	—	1	0,5	ślad	ślad	0,5	ślad	ślad	ślad	ślad	1	ślad
P. 4.	a)	—	—	1	0,5	—	0,5	0,5	0,5	1	0,5	ślad	0,5	0,5
	b)	—	—	—	—	—	—	ślad	—	—	—	—	—	—
P. 5.	a)	—	—	ślad	—	0,5	1	0,5	1	1	0,5	ślad	0,5	0,5
	b)	—	—	—	—	—	—	ślad	—	—	—	—	—	—

a) Ogólna ilość osadu. Total amount of the deposit.
b) Ilość osadu powierzchniowego. The amount of the surface deposit.

ta występowała w ilościach znacznie mniejszych. Zmienność kolonii tej sinicy była bardzo duża. Występowały w zbiorniku zarówno kolonie zbite o kształcie kulistym, jak i kolonie podłużne lub nieregularne, siateczkowato poprzerywane, oraz wszystkie możliwe formy pośrednie między nimi.

Wszystkie zaliczono za Elenkinem do gatunku *Microcystis aeruginosa,* nie wyróżniając *Microcystis flos aquae. Microcystis* występował w zbiorniku głównie w miesiącach letnich i jesiennych.

Inne gatunki sinic występowały w zbiorniku pojedynczo, oprócz *Chroococcus turgidus* (Kutz.) Näg., który znajdowano nieco częściej.

Oznaczono następujące gatunki:

1. *Microcystis aeruginosa* Kutz. emend. Elenk.
2. *Chroococcus turgidus* (Kutz.) Näg.
3. *Coelosphaerium Naegelianum* Ung.
4. *Merismopedia glauca* (Ehr.) Näg.
5. *Dactylococcopsis irregularis* G. M. Smith.
6. *Anabaena spiroides* Klebahn.
7. *Oscillatoria* sp.

Euglenophyceae

Są reprezentowane w planktonie niezbyt licznie. Najważniejszymi są *Trachelomonas hispida* (Perty) Stein i *T. volvocina* Ehrenb. rozwijające się najobficiej. Maksimum ich rozwoju przypada na lato i jesień, osiągają wtedy częstość 1—2.

Inne znalezione gatunki są rzadkimi składnikami planktonu, znajdowano je sporadycznie.

Występowały następujące gatunki:

1. *Euglena oxyuris* Schmarda
2. *Euglena spirogyra* Ehr.
3. *Phacus* sp.
4. *Trachelomonas hispida* (Perty) Stein
5. *Trachelomonas volvocina* Ehr.
6. *Trachelomonas armata* (Ehr.) Stein.

Chrysophyceae

Spośród złotowiciowców najliczniejszy był gatunek *Mallononas caudata* Iwanoff. Tworzył on zakwity razem z okrzemkami: *Fragilaria crotonensis* i *Asterionella formosa.* Maksimum swe osiągnął w roku 1951 w pierwszej połowie września, zanotowano wtedy częstość 3. W roku 1952 występował w małych ilościach, a w roku 1953 pojawił się znów masowo, osiągając częstość 4. Trzeba zaznaczyć, że kształt komórek *Mallononas caudata* był bardzo zmienny. Obserwowano komórki o kształcie owalnym oraz komórki wyraźnie zwężone w tylnej części ciała w długi wyrostek, a także formy pośrednie. Występowały zatem w zbiorniku komórki o całej skali zmienności, jaką podaje dla tego gatunku Huber-Pestalozzi (1941).

Drugim pod względem ilościowym był *Dinobryon divergens* Iwanoff, nie osiągnął jednak częstości większej niż 1. Pozostałe *Dinobryon sertularia* Ehrenb. i *D. stipitatum* Stein, oraz *Synura uvella* Ehrenb. występowały pojedynczo.

Dinophyceae

Występowały w znacznych ilościach. Najważniejszy był pospolity gatunek *Ceratium hirundinella,* występujący nielicznie w zbiorniku w latach 1951 i 1952, a w 1953 r. rozwijający się bujnie (częstość 3). Znajdywano także cysty tego gatunku. Rodzaj *Peridinium* reprezentowany w zbiorniku przez kilka różnych gatunków był ważnym składnikiem planktonu. Osiągnął maksymalną częstość 2. Wszystkie gatunki tego rodzaju ujęto razem, gdyż dokładne ich oznaczenie wymaga osobnego opracowania systematycznego.

Oznaczono ponadto *Gymnodinium* sp.

Na osobną uwagę zasługują drobne kuliste organizmy, których nie zdołano oznaczyć w materiale konserwowanym, a opisano je jako *Flagellata* drobne? Występowały one masowo na otoczkach galaretowatych *Microcystis aeruginosa.*

Bacillariophyceae

Pod względem ilości gatunków zajmują okrzemki razem z zielenicami naczelne miejsce. Oznaczono w zbiorniku i przy dopływie rzeki Brynicy 44 gatunki okrzemek, 2 odmiany; jedną oznaczono tylko do rodzaju. W przeciwieństwie do zielenic w zbiorniku rozwinęły się masowo tylko dwa gatunki okrzemek. Pozostałe są gatunkami porośłowymi i dennymi. Znajdowano je najobficiej przy dopływie, w zbiorniku natomiast, w miarę jak posuwamy się od ujścia rzeki Brynicy ku tamie, stopniowo zanikają i nie odgrywają większej roli.

W zbiorniku tworzyły zakwity dwie planktonowe okrzemki: *Fragilaria crotonensis* i *Asterionella formosa.*

Pierwsza z nich osiągnęła maksymalną częstość 4 na początku października 1951 r., w roku 1952 obserwowano ją w największych ilościach od 17.VI do 4.VIII (częstość 4—5), natomiast w roku 1953 ilość kolonii tej okrzemki wyraźnie się zmniejszyła, zanotowano wtedy maksymalną częstość 1.

Asterionella formosa Hassall występowała w największych ilościach (częstość 2) w dniach 23.VIII i 3.XII.1951; w następnym roku maksimum swe osiągnęła 4.VI (częstość 3). W roku 1953 znajdowano ją, podobnie jak *Fragilaria crotonensis,* w mniejszych ilościach.

Należy podkreślić, że okrzemka *Attheya Zachariasi* J. Brun. znajdowana w preparatach mokrych bardzo rzadko, zaledwie w pojedynczych

okazach, w preparatach suchych była częstsza. Należy to przypisać delikatnemu pancerzykowi tej okrzemki, który łatwo przeoczyć.

Oznaczenia następujących gatunków okrzemek są niepewne, ponieważ ilość kresek pancerzyka zawarta w 10 μ, jaką podaje Hustedt, różniła się od ilości, jaką posiadały okazy występujące w zbiorniku.

	Ilość kresek wg Hustedta	Ilość kresek u okazów wyst. w zbiorniku
1. *Navicula cryptocephala*	16—18	14
2. *Navicula gastrum*	8—10	12
3. *Nitzchia acuta*	5— 8	11

Oznaczono następujące gatunki:

1. *Melosira* sp.
2. *Cyclotella Meneghiniana* Kütz.
3. *Attheya Zachariasi* J. Brun.
4. *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Ktz.
5. *Tabellaria flocculosa* (Roth.) Ktz.
6. *Diatoma anceps* (Ehr.) Grun.
7. *Diatoma vulgare* Bory
8. *Meridion circulare* Agardh
9. *Fragilaria crotonensis* Kitton
10. *Fragilaria Harrissonii* W. Smith
11. *Fragilaria brevistrata* Grun.
12. *Fragilaria pinnata* Ehr.
13. *Asterionella formosa* Hassall
14. *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr.
15. *Synedra acus* Kütz.
16. *Synedra parasitica* var. *subconstricta* Grun.
17. *Eunotia lunaris* (Ehr.) Grun.
18. *Eunotia praerupta* Ehr.
19. *Cocconeis placentula* Ehr.
20. *Achnanthes lanceolata* Breb.
21. *Achnanthes lanceolata* var. *rostrata* Hust.
22. *Achnanthes minutissima* Kütz.
23. *Gyrosigma attenuatum* (Kütz.) Rabh.
24. *Caloneis bacillum* (Grun.) Meresch.
25. *Caloneis silicula* (Ehr.) Cleve
26. *Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve
27. *Stauroneis phoenicenteron* Ehr.
28. *Navicula radiosa* Kütz.
29. *Navicula gastrum* Ehr.
30. *Navicula exiqua* (Gregory) O. Müller
31. *Navicula cryptocephala* Kütz.
32. *Navicula gothlandica* Grun.
33. *Pinnularia microstauron* (Ehr.) Cleve
34. *Pinnularia gentilis* (Donkin) Cleve
35. *Pinnularia gibba* Ehr. fo subundulata Mayer
36. *Amphora ovalis* Kütz.
37. *Cymbella ventricosa* Kütz.
38. *Cymbella sinuata* Greg.
39. *Gomphonema acuminatum* Ehr.
40. *Gomphonema acuminatum* var. *cororata* (Ehr.) W. Smith
41. *Nitzschia dissipata* (Kütz.) Grun.
42. *Nitzschia acuta* Hantzsch.
43. *Nitzschia sigmoidea* (Ehr.) W. Smith.
44. *Cymatopleura solea* (Breb.) W. Smith
45. *Cymatopleura elliptica* (Breb.) W. Smith.
46. *Surirella robusta* Ehr.
47. *Campylodiscus noricus* Ehr. var. *hibernica* (Ehr.) Grun.

Xanthophyceae

Reprezentowane są w planktonie skąpo. W zbiorniku znaleziono następujące gatunki: *Centritractus belenophorus* Lemm., *Ophiocytium capitatum* Wolle, *Ophiocytium capitatum* var. *longispina* Lemm., *Bo-*

tryococcus Braunii Kutz., oraz *Tribonema* sp. Wszystkie występują bardzo rzadko i nie odgrywają ważniejszej roli w planktonie, jedynie wzbogacają i urozmaicają listę florystyczną. Należy zwrócić uwagę, że *Botryococcus Braunii*, znajdowany w planktonie sieciowym pojedynczo i to głównie w stadiach młodocianych, rozwijał się najliczniej tuż przy powierzchni wody. Występował on bowiem masowo w próbach wody niecedzonej, które pobierano do liczenia w komorze Kolkwitza przez zaczerpnięcie 100 cm^3 wody na głębokości 0,3 m.

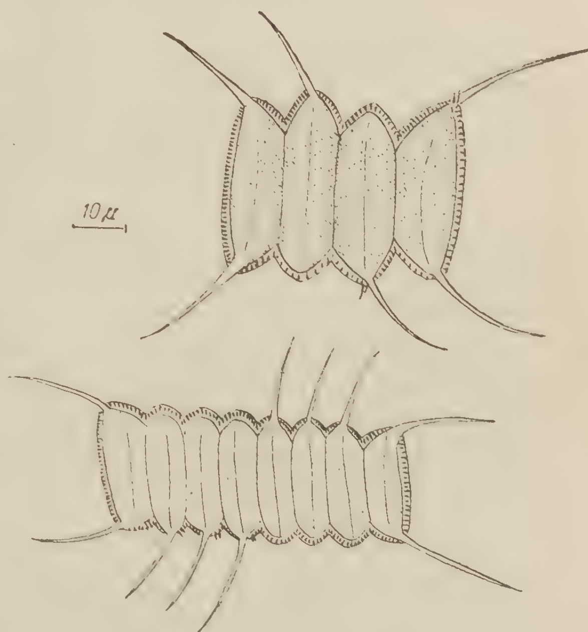
Chlorophyceae

A. *Volvocalaes* i *Chlorococcales*

Występują bardzo licznie, w zbiorniku i przy dopływie oznaczono 4 rodzaje i 37 gatunków zielenic. Największą ilość, bo aż 10 gatunków, posiada rodzaj *Scenedesmus.* Przy opracowywaniu tego rodzaju nie udało się oznaczyć wszystkich gatunków. Potrzebne do tego jest osobne studium systematyczne, oparte na materiale żywym i czystych kulturach. Wymaga ono także uzupełnienia w obserwacji prób dennych, w których występują zmacerowane kolonie, a zatem można obserwować dokładnie skulpturę błony.

Wszystkie gatunki tego rodzaju liczono razem i oznaczano w tabelach ilościowych jako *Scenedesmus* sp. div. Ujęte w ten sposób są bardzo częstym i stałym składnikiem planktonu.

Najbardziej interesującym gatunkiem spośród nich jest *Scenedesmus oahunensis* (Lemm) Smith, opisany po raz pierwszy przez Lemmermanna w roku 1900 jako *Sc. quadricauda* var. *insignis*, a następnie w roku 1905 jako *Sc. quadricauda* var. *oahunensis*. Dotąd podawany z wysp Sandwiches (Oahu, Malahuia), (Chodat 1926). Jeżeli rzeczywiście zasięg tego gatunku jest tak ograniczony, interesujący jest fakt jego występowania w Polsce. W zbiorni-

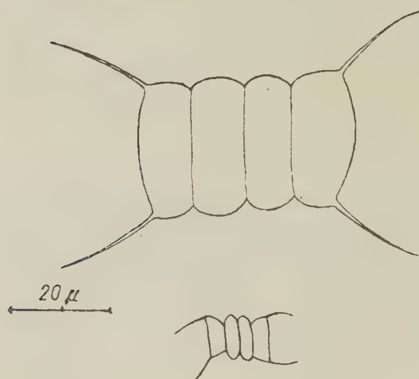


Ryc. 2. *Scenedesmus oahunensis* (Lemm.) Smith. Kolonia 4 i 8 komórkowa.

Fig. 2. *Scenedesmus oahunensis* (Lemm.) Smith. 4-and 8-celled coenobia.

ku znajdowano nierzadko kolonie 4 i 8-komórkowe o normalnej żywotności, bez żadnych objawów degeneracji (ryc. 2).

Do rzadszych także, a może tylko przeoczonych, należy *Scenedesmus maximus* (West et West) Chodat (ryc. 3) podawany przez Chodata z Afryki, Madagaskaru, Irlandii i Anglii. Podaje go także Smith i Prescot z Ameryki Północnej pod nazwą *Scenedesmus quadricauda* var. *maximus* W. G. S. West jako odmianę rzadką. Pod tą samą nazwą podaje go dla Polski Koczwara w pracy pt. „Fytoplankton stawów dobrostańskich". Znalazł on ten gatunek w stawie białogórskim w lipcu 1913 r.



Ryc. 3. *Scenedesmus maximus* (W. et W.) Chodat i *Scenedesmus quadricauda.*

Fig. 3. *Scenedesmus maximus* (W. et W.) Chodat a. *Scenedesmus quadricauda.*

Należy zaznaczyć, że długość komórek *Scenedesmus maximus* wahała się od 24—30 μ, a szerokość od 9—10,5 μ, czyli że znajdowano w zbiorniku także kolonie o komórkach krótszych od tych, które zestawił Chodat, wg którego długość komórek u tego gatunku wynosi 27—36 μ, a szerokość 9—11,5 μ.

Bardzo często występującym gatunkiem w planktonie zbiornika jest także *Dictyosphaerium pulchellum* Wood, natomiast pozostałe zielenice występowały nielicznie.

Spośród nich najbardziej interesującym i także nowym dla Polski gatunkiem jest *Sphaerellopsis cylindrica* z rodz. *Chlamydomonaceae* opisany przez Skuję w roku 1948 (ryc. 4). Zielenica ta w stadium palmeloidalnym występowała w zbiorniku dosyć często w lecie 1953 r. Obserwowano u tego gatunku:

1) pojedyncze, nieruchome komórki otoczone 3 osłonkami;
2) kolonie o dwu komórkach wewnątrz jednej osłony wspólnej, każda komórka posiadała 3 osłonki własne;
3) kolonie z 4 komórkami wewnątrz osłony wspólnej, każda komórka posiadała 3 osłonki własne;
4) i wreszcie kolonię 4-komórkową, w której jedna komórka posiadała 4 potomne, czyli stadium przejściowe do 16 komórkowej kolonii.

Skuja w diagnozie *Sphaerellopsis cylindrica* podaje jako charakterystyczne dla tego gatunku skupienia 4—16 komórkowe. Obserwowane

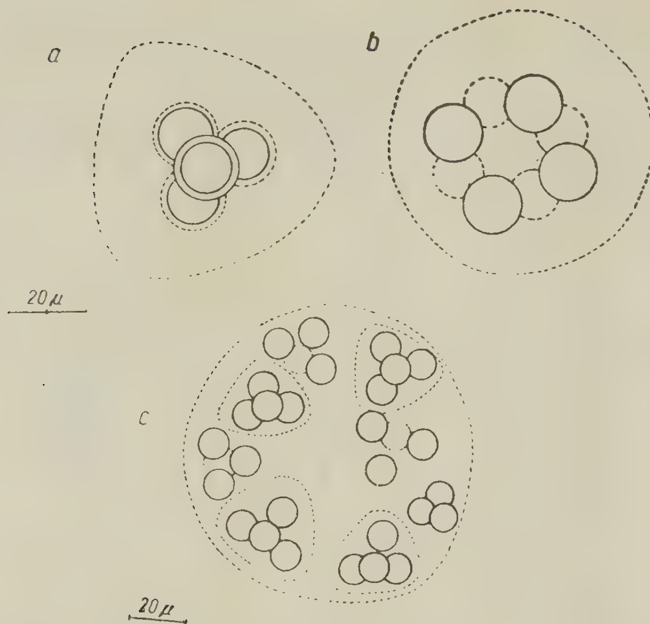
pojedyncze komórki i dwukomórkowe kolonie są jednak tak typowe, że nie budzą wątpliwości co do ich przynależności systematycznej. Wyglądają one jak gdyby były wyjęte z osłony wspólnej. Długość protoplastu, który był splazmolizowany po zakonserwowaniu, wahała się od 9,4 do 14,1 μ, szerokość wynosiła 4,7 μ. Długość osłonki zewnętrznej wahała się od 16,45 do 18,8 μ, a szerokość od 11,75 do 23,5 μ. Średnica osłony wspólnej mieściła się w granicach od 30,25 do 39,95 μ.



Ryc. 4. *Sphaerellopsis cylindrica* S k u j a. Stadia palmeloidalne.

Fig. 4. *Sphaerellopsis cylindrica* S k u j a. Palmeloidal stages.

Interesującym również gatunkiem jest *Gloeocystis planctonica* (W. et G. S. W e s t) L e m m., który obserwowano w zbiorniku w różnych stadiach rozwojowych (ryc. 5). Cały cykl rozwojowy tej pospolitej planktonowej zielenicy, znany dotąd fragmentarycznie, opisał S k u j a w roku 1948 i włączył do niego *Gloeocystis gigas* (K u t z.) L a g e r h. *Gloeocystis planctonica* występowała w zbiorniku w lecie 1953 r. Obserwowano oprócz zoospor wszystkie główne stadia rozwojowe, a zatem stadium tetrady, stadium 8-komórkowe, w którym komórki tworzą podwójny wieniec, oraz stadium 8 potomnych tetrad. Z Polski podawano tylko *Gloeocystis gigas* (K u e t z.) L a g e r h.



Ryc. 5. *Gleocystis planctonica* (N a e g.) L e m m.
Różne stadia rozwojowe:
a) stadium tetrady, b) stadium 8 komórkowe (2-wieńca), c) stadium 8 potomnych tetrad.

Fig. 5. *Gleocystis planctonica* (N a e g.) L e m m.
Various stages of development:
a) tetrade stage, b) 8 — celled stage (double-wreath), c) stage of 8-progenial tetrads.

Oznaczono następujące gatunki:

1. *Phacotus lenticularis* (E h r.) S t e i n
2. *Volvox aureus* E h r.
3. *Pandorina morum* B o r y
4. *Eudorina elegans* E h r.
5. *Sphaerellopsis cylindrica* S k u j a
6. *Gloeococcus Schroeteri* L e m m.
7. *Gloeocystis planctonica* (N a e g.) L e m m.
8. *Gloeocystis ampla* K ü t z.
9. *Gloeocystis* sp.
10. *Characium limneticum* L e m m.
11. *Pediastrum duplex* M e y e n
12. *Pediastrum Boryanum* (T u r p i n) M e n e g h.
13. *Pediastrum tetras* (E h r.) R a l f s
14. *Pediastrum biradiatum* M e y e n
15. *Oocystis* sp.
16. *Tetraedron minimum* A. B r. H a n s g.
17. *Tetraedron caudatum* var. incisum L a g e r h.
18. *Scenedesmus falcatus* C h o d a t
19. *Scenedesmus arcuatus* L e m m.
20. *Scenedesmus ecornis* var. disciformis C h o d.
21. *Scenedesmus platydiscus* (G. M. S m i t h) C h o d.
22. *Scenedesmus acutiformis* S c h r o e d e r
23. *Scenedesmus armatus* C h o d.
24. *Scenedesmus oahunensis* (L e m m.) G. M. S m i t h
25. *Scenedesmus abundans* (K i r c h.) C h o d.

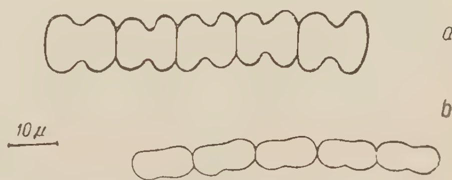
26. *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Breb.
27. *Scenedesmus maximus* (West et West) Chodat
28. *Scenedesmus* sp. div.
29. *Crucigenia rectangularis* (A. Br.) Gay
30. *Crucigenia fenestrata* Schmidle
31. *Crucigenia Tetrapedia* (Kirchner) W. et G. S. West
32. *Kirchneriella lunaris* (Kirchn.) Moeb.
33. *Selenastrum Bibraianum* Reinsch
34. *Dictyosphaerium pulchellum* Wood
35. *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs
36. *Ankistrodesmus spiralis* (Turn.) Lemm.
37. *Coelastrum proboscideum* Bohl.
38. *Coelastrum reticulatum* (Dang.) Seen.
39. *Coelastrum microporum* Naeg.
40. *Lagerheimia ciliata* (Lagerh.) Chod.
41. *Coleochaete* sp.

B) *Desmidioideae*

W zbiorniku oznaczono 5 rodzajów i 12 gatunków wstężnic. Są one ważnym składnikiem planktonu, szczególnie gatunki rodzaju *Staurastrum,* które należą do grupy gatunków często występujących. Gatunkami rzadko występującymi są *Xanthidium antilopeum* i *Cosmarium* sp. div. Wszystkie pozostałe są gatunkami bardzo rzadko występującymi i znajdowano je w zbiorniku pojedynczo.

Oznaczono 4 gatunki rodzaju *Staurastrum* i tym razem nie wyczerpując materiału.

Podobnie niekompletnie opracowano rodzaj *Cosmarium,* oznaczono tylko 3 gatunki, a wszystkie inne ujmowane były razem jako *Cosmarium* sp. div. Rodzaj ten najobficiej występował w lecie i jesieni 1953 r., osiągając maksymalną częstość 1.



Ryc. 6. *Spondylosium planum* W. G. S. West.
a) widok z góry, b) z boku.

Fig. 6. *Spondylosium planum* W. G. S. West.
a) vertical view. b) lateral view.

O ile mi wiadomo, nie podawanym dotąd z Polski gatunkiem jest także nitkowata wstężnica *Spondylosium planum* (Wolle) W. S. G. West (ryc. 6). Jest ona gatunkiem północnym. West podaje ją z Norwegii, Irlandii, Stanów Zjednoczonych, Alaski i Kanady, a Smith z wielu jezior Stanu Wisconsin. W zbiorniku w Kozłowej Górze znajdowano ten gatunek niejednokrotnie w lecie 1953 r.

Występowały następujące gatunki:

1. *Closterium lanceolatum* Kütz.
2. *Closterium Ehrenbergii* Menegh.
3. *Cosmarium phaseolus* Breb.
4. *Cosmarium Meneghinii* Breb.
5. *Cosmarium Regnesii* Reinsch.
6. *Cosmarium* sp. div.
7. *Xanthidium antilopaeum* (Breb.) Kütz.
8. *Staurastrum dejectum* Breb.
9. *Staurastrum avicula* Breb.

Tabela 4 Table 4

Powierzchniowe rozmieszczenie planktonu w 1961—62 r.

Distribution of plankton over surface in 1961—62

data / date	Wielkość / Size	Forma / Form	Żywotność / Vitality	Punkt nr	7, 8, 23 VIII		4, 6, 7, 21, 29 IX		10, 22 X		3, 5, 6, 19, 20 XI		4, 17 XII		25 III	24 IV	7, 24 V		4, 17 VI		3, 18 VII		4, 25 VIII		11, 25 IX	
temperatura wody w °C / water temperature in °C					24.2	21	21	12.8	7.5	7	5.5	4.8	2.6		—	13.8	16	10.8	17.5		21	21		21	12.7	10.2
przezroczystość wody w m / transparency of water in m					0.8	1.1	1	0.8	0,95	1,1	0,9	0,8	0,8		—	1.3	1,5	1,2		1.5	1.2	1	1	1	1	1
Gatunki często występujące / Species occuring frequently					Stopień częstości / Degree of frequency																					
Microcystis aeruginosa	2–4.	k.	● ı	1	3	4	3	3	2		1	1	2			1/3		2/3								2/3
				2	3	4	4	3	3	1	2	1				1	1/3			1	1				1/3	
				4		4	4	1	3	2/3	2/3	2	1			1/3	1/3		1		2/3		1		1/3	
				5	3	4	4	4	2	2	2	2	2/3	1		1/3					1/3	1/3	2/3		1	
				3	1		2		1/3	1															1	1/3
Trachelomonas hispida	1.	o.	● ı	1				2	1	1	1							1/3						1	1	
				2			1/3		1		1							2/3		1	1/3	2/3		2/3		1/3
				4		2	1			1/3	1	1	1/3	1/3						1		1	1			1
				5		1		1	1										1	1	1		1	1	1	2/3
				3	1	1/3													1	1		1				
Trachelomonas volvocina	1.	o.	● ı ⊕	1	1/3	1	1	1	1		1/3	2/3	1/3									1				
				2	1	1	1	2/3	1	1	1	1														
				4				1	1																	
				5																				1		
				3	2											1/3								1/3		
Mallomonas caudata	1.	o.	●	1			3	1	1/3		1		1/3					1/3		1/3			1			
				2		2/3	1	1	1		1					2/3				1	1/3	3				
				4		1/3	2	1	1/3													3	5			
				5		1/3	2		1	1	1												2			
				3																	1/3	2/3				
Dinobryon divergens	1.	k. i o.	● ı ⊕	1	1/3	1	1/3									1/3			1/3				2/3	1		
				2		1	1	1/3		1/3						1/3	1			5	1	2/3		1/3		
				4													2/3		4				2/3	2/3		
				5		2/3	2/3												1/3	5	1					
				3	1												2/3		1		5	2/3	1	1		
Peridinium cinctum	1.	o.	● ı ⊕	1	2/3	1	2/3	1									1/3	1	1		1/3		1	1	1/3	1
				2		1	1	1/3		1	1/3						1	2/3	1	2	2	1		2/3	1/3	
				4		1/3	1	1	1/3	1/3							1		2		1	1			1	
				5	2/3	2/3	1		2/3	1/3						1/3			1	1	2/3		1		1/3	
				3	1	1/3										1	1		1	1	1/3	1/3	2/3			
Peridinium sp. div.	1.	o.	● ı ⊕	1	1/3												1/3		1				1	1		
				2	1		1										1/3			2/3	1	1		2/3	2/3	
				4		1											1/3		2		1		4			
				5	2/3		1/3				1/3									1	2		1			
				3	1				1/3							2/3	1			1				1		
Ceratium hirundinella	2.	o.	● ı ⊕	1	2/3	1		1/3									1/3	2/3	2/3					1		
				2	1		1										1/3			2/3	1	1		2/3		
				4		1	1										2/3	1	3	1	1/3	2/3	2			
				5		1/3	2/3					1/3				1/3			1	2	3	1	1	1		
				3	1				1/3							2/3	1			1			1			
Flagellata drobne?	1.	o.	●	1	4	4	4	2	2		1	2											1			
				2	4	5	5	5	1	1							1/3	1			2	2		2	5	2
				4	4	5	5	2	2			2				2/3						1/3		1/3		2
				5	4	5	5		2		3					1					1					
				3	1	2/3	1																1/3			
Asterionella formosa	1.	k.	● ı ⊕	1	1	2	1	1	1		1	1	2			1/3	2/3	2	3	1		1/3	2/3			
				2	1/3	1	1	2/3	1	1	1	1				1	2/3	1	5	2	2/3	1				
				4	2	2/3			1			1	2			1		1	4	3	1					
				5		1	2/3	1	1	1	2/3	1	2	2/3		1	2/3		5		2		2/3			
				3					1/3								1		3	2/3		1/3				
Fragilaria crotonensis	2.	w.	● ı ⊕	1			1	2	4		2	1	2			1	1	2	2	5	4		4	1	2/3	1
				2		1/3	1	3	4	1	3	1				2/3	1	1	4	3	2	5	1	1/3	1/3	
				4		1/3	1	4	2	1	1	2	1	2/3		1	1		5	4	5	5	5	1		2/3
				5		1/3	1		3	2	2	1	1	1				2	3	5	5	5	5		5	1/3
				3			1/3					1/3				1/3	1		2	1	1/3	2/3	1/3		2/3	1
Synedra acus i ulna	1.	o.	● ı ⊕	1	1/3			2/3															2/3	1/3	2/3	
				2				2/3	1/3	1/3	1/3				1											
				4					2/3			1		2/3			2/3									
				5					1/3		2/3	1/3	1				1/3									
				3		2	1/3	1/3	1	1	3		1			1	1	1		1			1/3	1	1	1
Bacillariophyceae sp. div.	1.	o.	● ı ⊕	1	1/3				1		1/3	1	1					1							1/3	
				2	1/3		1	1/3		5		1/3				1	2								2	
				4						1/3		3	2	1		4	1		2/3		1	1	1	1/3		1
				5	1/3	1/3	1/3		1/3		1	2	3	2		1								1/3	1/3	1
				3	1	2	1	2	3	4	4		1			3					2/3			1/3	1	2/3
Dictyosphaerium pulchellum	1.	k.	●	1		1/3			2	1	1/3	1/3						2/3					1		2/3	
				2		1/3	1	2	1	1											1					
				4				1/3	1			1								1			1			
				5	1/3	1/3	1		1	1	1							1		2/3						
				3	1/3															1/3						
Scenedesmus sp. div.	1.	k.	● ı ⊕	1			2/3	1	2		1	2	2			1	1	1	1				1	1	1	1
				2				1	1	2	1	1				1	1	1	1	1	1	1		1	1	
				4		2/3		1	1	1	1	2	2	1		1	2/3		1	2	1	1	1	1		1
				5		2/3	2/3		2	1	2	1	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1/3		1
				3		1	2/3	1	1		1/3					1	1/3		1	1	1/3	1			1/3	
Volvocales?	1.	o.	●	1			1		4		1/3	1	1				1	2	3		3	1	5	5	4	5
				2					2							1/3	1	2	3	2	1	3		5	1	1
				4					1			1					1		3	2		5	5	5		4
				5					1	2/3	1					1		1	1	2	5		5	5	5	5
				3																						
Chlorophyceae varia kol.	1–2.	k.	●	1	2/3	3	4	1	1		1	1/3	2/3			1/3			1							
				2	2/3	2	3	2	1		1	2/3				1		1	2	1	1	2			1	1
				4		4	2	1	1			1		1/3		1/3	1		2	2		1	1	1/3		1/3
				5	1	2	3				1							1	1	2	2		2			1
				3		2/3	1/3									2/3		2/3	1	1	1	1	1/3			
Staurastrum paradoxum	1.	o.	● ı ⊕	1				1/3											3		2		1	1		
				2												1/3		1	3		1					
				4								1/3														2/3
				5														1/3	2		1		1		1	
				3												1/3					1/3		1/3			
Staurastrum avicula	1.	o.	● ı	1		2/3	2/3	1	1	2/3									1				1			
				2		1/3	1	2/3		2/3								2			2/3	1/3			1/3	
				4		1	1/3		1	1/3							1/3		2/3							
				5	1/3		1			1/3	2/3		1/3					1/3	1	1/3			2/3	1/3		
				3													1/3			2/3						
Saturastrum sp. div.	1.	o.	● ı	1		1/3		1	2/3							1/3		1					2/3	1/3		2/3
				2														1		2		2	2			
				4								1/3							3	4	1	1	1	1	1	1
				5													2/3		1/3							
				3		1/3	1/3											2		1	1/3					
Gatunki rzadkie: / Rare species:																										
Chroococcus turgidus	1.	k.	●	1			1/3	1	1														2/3			1/3
				2		1/3		2/3	1		1															
				4				3	1/3	1/3			1													
				5	2/3				1/3																	
				3		1/3																	1/3			
Oscillatoria sp.	1.	n.	●	1	2/3						1/3															
				2	1	1/3				1												1/3				
				4									1													
				5					1/3		2/3															
				3	1	1	1	1/3	1	2/3			1			1/3					1					2/3
Flagellata sp. div.	1.	o.	●	1	1/3	2/3		1/3		1															1/3	
				2			1			1																
				4																						
				5																						
				3	1												1/3									
Cyclotella Meneghiniana	1.	o.	● ı	1								2/3	2/3													
				2	2/3			2/3		1/3		1														
				4				1/3		1		1/3														
				5		1/3			1/3	1																
				3					1										1							
Tabellaria flocculosa	1.	w.	● ı	1					2/3			2/3				1	1									
				2					1			2/3					2/3	1		2/3		1/3			2/3	
				4						2/3																
				5																						
				3	1/3			2/3	1/3	2/3	1/3		1/3				2/3		2/3	1/3	1	1			2/3	1
Fragilaria sp. div.	1–2.	w.	● ı	1				1/3					1/3					1/3								
				2						1										1/3		1/3			1/3	
				4				1/3											1/3		1/3					
				5									1/3					1/3								
				3		1		1	1	1	1		1												1	1
Navicula sp. div.	1.	o.	● ı	1							1/3	1						1								
				2						1/3	1/3														1/3	
				4					2/3	1/3		2/3														
				5						2/3		1/3														
				3	2/3					1/3	2/3		2/3												1/3	1/3
Pinnularia sp. div.	1.	o.	● ı	1							1/3	1							1							
				2						1/3	1/3						1/3								1/3	
				4				1/3		1/3			1/3			1/3										
				5									1/3													
				3	2/3					1/3	2/3		2/3												2/3	
Cymbella sp. div.	1.	o.	● ı	1								1/3						1/3								
				2	1/3				1/3		2/3						2/3	1/3								1/3
				4					1/3													1/3				1/3
				5																						
				3			1/3		1/3	1	1/3										1/3		1/3			
Gomphonema sp. div.	1.	o.	● ı	1																						
				2					1/3	1/3	1							1 ?								
				4																						
				5																						
				3				1/3																	2/3	
Nitzschia sp. div.	1.	o.	● ı	1							1/3	2/3				1/3										
				2				1/3			1	1				2/3	1/3					1/3			2/3	1/3
				4								2/3	1			2/3						1/3			2/3	
				5	1/3						1		1/3	2/3							1/3	1		1/3		2/3
				3		1/3			1	2/3	1		1/3			2/3									1	2/3

Tabela 5.

Powierzchniowe rozmieszczenie planktonu w roku 1953 (punkt 1)
The superficial distribution of the plankton in the year 1953.

data date	W size	F form	Ż vitality	IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII	
				9	30	13	28	9	23	7	20	4	20	3	24	7	27	12	25	10	30
temperatura wody temperature				9,4	12	7,6	18	18	21	23	19,8	19,2	19,9	17,5	13,7	11	8,9	5	1	1,4	1,3
przezroczystość wody turbidity				1,3	1,5	1,5	1,6	1,8	1,7	1,9	1,6	1,6	1,5	1,4	1,8	1,2	1,2	1,3	1,2	1,6	1,5
Gatunki często występujące: Species occuring frequently:																					
Microcystis aeruginosa	24.	k.	● i ⊕	2/3						2/3	2/3	2	2	1	1			1/3	1/3		
Trachelomonas sp. div.	1.	o.	● i ⊕									1			1/3	1	1/3	1	1	2/3	1/3
Mallomonas caudata	1.	o.	●	1/3							1	4	1	1/3	1/3				2/3	1	
Peridinium sp. div.	1.	o.	● i ⊕						2/3	2	1	1	1	1	1			1/3		1/3	
Ceratium hirundinella	2.	o.	● i ⊕	1	2	1/3	1/3			1	2	3	3	2	1/3						
Flagellata drobne?	1.	o.	●									1	1	1	1/3		2			1	1
Asterionella formosa	1.	k.	●								1	1/3	1/3			1/3	2/3				
Fragilaria crotonensis	1.	w.	●		1/3	1/3						1	1						1/3		
Dictyophaerium pulchellum	1.	k.	●						1/3		1/3	1			1/3	2/3					1/3
Staurastrum sp. div.	1.	o.	●						1	2/3	2/3	1	1/3	1/3	1		1	1	1		1/3
Chlorophyceae varia	1.	o.	●		4	4	1	2	1	1	1	1	1	1/3		1					
Gatunki rzadko występujące: Species occuring rarely:																					
Coelosphaerium Naegelianum	2.	k.	●														1/3	1			
Dinobryon divergens	2.	k.	●		1/3							1/3			1/3			1			
Synedra sp. div.	1.	o.	● i ⊕							1											
Navicula sp. div.	1:	o.	● i ⊕									2/3	1				1/3		2/3		
Nitzschia sp. div.	1.	o.	●												1/3		1				
Bacillariophyceae sp. div.	1.	o.	● i ⊕												2/3		1/3	1	2/3		
Charatium limneticum	1.	o.	●								1/3		1								
Pediastrum duplex	1.	k.	● i ⊕		1/3	1/3		1/3			1/3	2/3	2/3			1/3					
Pediastrum Boryanum	1.	k.	● i ⊕				1/3			1/3		2/3			1/3			1/3	1/3		
Scenedesmus sp. div.	1.	k.	● i ⊕										1/3	1							
Crucigenia Tetrapedia	1.	k.	●									1/3				1					
Ankistrodesmus falcatus	1.	k.	●									1/3				1					
Chlorophyceae varia	12.	k.	●		1	1	1	1			1	1	1	1	1		1	2/3			
Cosmarium sp. div.	1.	o.	●					1/3	1/3	1	1	1	1	1		2/3	2/3	1/3	1/3		
Phyllopoda						1/3	1/3	2/3		1/3	2/3		1				1/3	1	1		
Rotatoria					1/3	1	1/3					1/3		1	1	1	1	1/3	1/3		
Copepoda								1/3			1/3	1/3			1/3	1/3			2/3		
nauplius					1/3		1/3											1/3	1/3		
jaja					2/3	1/3							1	1/3	1	1	1	1			
Gatunki b. rzadko występujące: Species occuring very rarely:																					
Merismopedia glauca	1.	k.	●																		
Dactylococcopsis irregularis	1.	o.	●																		
Oscillatoria sp.	1.	n.	●							1/3	1/3				1/3		2/3				
Synura uvella	2.	k.	●									1/3									
Gymnodynium sp.	1.	o.	●												1/3					1/3	
Cyclotella Meneghiniana	1.	o.	●									1/3									
Tabellaria flocculosa	1.	w.	●			2/3		1/3										1/3	1/3		
Tabellaria fenestrata	1.	w.	●		1/3																
Fragilaria sp. div.	2.	w.	● i ⊕															1/3			
Pinnularia sp. div.	1.	o.	● i ⊕										1/3								
Ophiocytium capitatum	1.	o.	●					1/3													
Phacotus lenticularis	1.	o.	●													1/3					
Gloeocystis ampla	1.	k.	●									1/3									
Tetraedron minimum	1.	o.	●								2/3				1/3	1/3					
Kirchneriella lunaris	1.	k.	●											1/3							
Crucigenia rectangularis	1.	k.	●												1/3	1/3		1/3			
Coleochaete sp.	2.	k.	●																		
Closterium lanceolatum	2.	k.	●																1/3		
Mougeotia sp.	2.	n.	●				3														
Rhizopeda							3														

POWIERZCHNIOWE ROZMIESZCZENIE PLANKTONU

Skład planktonu powierzchniowego w zbiorniku (p. 1, 2, 4 i 5) i przy dopływie (p. 3) oraz ilościowy rozwój jego składników przedstawiają tabele 4 i 5.

Gatunki, a także niektóre rodzaje, reprezentowane przez kilka różnych gatunków, wchodzące w skład planktonu w zbiorniku podzielono na trzy grupy zależnie od tego, jak często i w jakich ilościach one występowały, a mianowicie na gatunki występujące często, rzadko i bardzo rzadko.

Za gatunki występujące często uznano te, które występowały w każdym preparacie w ilości co najmniej 7 osobników. Rzadko występujące to te, które obserwowano w każdym preparacie w ilości 1—6 osobników. Gatunki bardzo rzadko występujące znajdowano pojedynczo tylko w niektórych preparatach.

Gatunki często występujące są najważniejszym składnikiem planktonu i najlepiej charakteryzują zbiornik. Na podstawie występowania tych gatunków przedstawiono rozmieszczenie planktonu powierzchniowego w zbiorniku. W miarę jak śledzimy rozmieszczenie planktonu w zbiorniku od tamy do ujścia rzeki Brynicy (p. 1, 2 i 3), możemy podzielić występujące gatunki na 4 grupy:

1) gatunki rozwijające się masowo w zbiorniku, a występujące w Brynicy nielicznie;
2) gatunki rozwijające się tylko w zbiorniku;
3) gatunki występujące zarówno w zbiorniku, jak i w Brynicy;
4) gatunki występujące głównie w Brynicy, a zanikające w zbiorniku.

Ad 1. Gatunki grupy pierwszej są najliczniejsze. Należą tu te gatunki, które powodowały okresami zakwity wody w zbiorniku, np. *Microcystis aeruginosa, Fragilaria crotonensis, Asterionella formosa, Ceratium hirundinella, Mallomonas caudata* i inne. Szczególnie obfitym i długotrwałym był zakwit sinicy *Microcystis aeruginosa* w miesiącach letnich i jesiennych 1951 r. Masowo rozwiniętej *Microcystis aeruginosa* towarzyszyły obficie drobne wiciowce, przyczepione do otoczki śluzowej otaczającej kolonie. Skład gatunkowy planktonu w czasie zakwitu był ubogi, ilość gatunków towarzyszących była niewielka — wzrastała w miarę jak zanikaz zakwit. W latach następnych zakwity tej sinicy w takim nasileniu się nie powtórzyły.

W Brynicy gatunki te występowały pojedynczo (S i e m i ń s k a: „Hydrobiologiczna charakterystyka rzeki Brynicy"). Dowodzi to, że Brynica nie wywiera wpływu na rozwój ilościowy planktonu zbiornika. Zaznacza się natomiast wpływ na jakościowy skład planktonu, o czym świadczy duża ilość gatunków wspólnych. Nie rozwijają się one jednak nigdy masowo w zbiorniku.

Ad 2. Gatunków rozwijających się wyłącznie w zbiorniku jest mało. Należą do nich tylko zielenice, drobne, okrągłe, prawdopodobnie z rzędu *Volvocales*, których w materiale konserwowanym nie udało się oznaczyć. Rozwinęły się one masowo w lecie w 1952 r. i zastąpiły częściowo zakwit *Microcystis aeruginosa*.

Ad 3. Do gatunków rozwijających się zarówno w zbiorniku, jak i w dopływie należą przede wszystkim różne gatunki rodzaju *Scenedesmus*. Do tej grupy gatunków należą także: *Dinobryon divergens*, *Trachelomonas hispida* i *T. volvocina*.

Ad 4. Do gatunków występujących w Brynicy, a zanikających stopniowo w planktonie zbiornika, należą okrzemki. Są to głównie gatunki denne i porośłowe (różne gatunki rodzaju *Navicula*, *Pinnularia*, *Gomphomena*, *Campylodiscus* i inne). Wyjątek stanowią dwa gatunki typowo planktonowe: *Fragilaria crotonensis* i *Asterionella formosa* rozwijające się masowo w zbiorniku.

Rozmieszczenie planktonu w kierunku poprzecznym zbiornika od brzegu zachodniego do wschodniego (p. 4 i 5) nie wykazuje wyraźnych różnic, poza większym nagromadzeniem planktonu przez wiatry przy brzegu wschodnim.

Gatunki rzadko występujące obejmują największą ilość znalezionych gatunków w zbiorniku. Należą tu głównie zielenice z rzędu *Chlorococcales*, przeważające ilościowo nad innymi grupami systematycznymi, a także okrzemki i plankton zwierzęcy.

Gatunki bardzo rzadko występujące są przedstawicielami różnych grup systematycznych, znajdowane pojedynczo nie odgrywają większej roli w planktonie.

PIONOWE ROZMIESZCZENIE PLANKTONU

Pionowe rozmieszczenie planktonu badano w zbiorniku w punkcie 1, na głębokości 1 m, 2 m i 3 m. Wyniki analiz zestawiono w tabeli 6a, 6b i 6c.

W zbiorniku nie stwierdzono regularnego uwarstwienia poszczególnych gatunków planktonu w przekroju pionowym. Niektóre wprawdzie gatunki skupiają się w największych ilościach w powierzchniowej warstwie wody, np. *Microcystis aeruginosa*, *Trachelomonas hispida* i drobne zielenice z rzędu *Volvocales*, inne natomiast występują najczęściej w warstwach przydennych, np. *Oocystis* sp.; nie ma jednak w zbiorniku jakiejś stałej strefowości, w której by te lub inne gatunki stale występowały. Można to tłumaczyć tym, że w niegłębokim zbiorniku dzięki ciągłemu mieszaniu wody przez wiatry nie wytwarza się jakieś określone uwarstwienie jakościowe i ilościowe planktonu.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PLANKTONU I JEGO ROZWÓJ W LATACH 1951 — 1953

Na podstawie składu gatunkowego można określić ogólnie plankton zbiornika w Kozłowej Górze jako plankton zielenico-wiciowcowy i wrotkowy z domieszką okrzemek. Odmienny jest plankton Brynicy, który składa się głównie z okrzemek, zielenic i wrotków.

Plankton zbiornika jest charakterystyczny dla stawów, cechuje go bowiem mała ilość gatunków typowo planktonowych oraz duża ilość gatunków zielenic.

Plankton zbiornika w r. 1951 różnił się wyraźnie od planktonu w latach następnych. W lecie i jesieni 1951 r. dominowała w planktonie zbiornika sinica *Microcystis aeruginosa,* która wytworzyła w tym roku silny zakwit. Zakwit ten utrzymywał się aż do zamarznięcia zbiornika z tym, że nasilenie jego zmalało od października, kiedy zaczęła rozwijać się bujnie *Fragilaria crotonensis,* a także wzrosła ilość zielenic.

W latach 1952 i 1953 *Microcystis aeruginosa* nie tworzyła zakwitu.

Masowy rozwój *Microcystis* powtarzający się co roku byłby wskaźnikiem silnej eutrofii zbiornika. Jednak na tle ogólnego składu gatunkowego w latach 1951-53 zakwit *Microcystis aeruginosa* w roku 1951 przypisać należy szczególnie korzystnym warunkom klimatycznym. Nastąpiło bowiem w tym roku w czasie upalnego lata i długiej suchej jesieni zagęszczenie składników pokarmowych, na skutek wyparowania dużej ilości wody. Nagromadzone w większej ilości składniki odżywcze oraz wysoka temperatura sprzyjały masowemu rozwojowi tej sinicy. Wydaje się jednak, że w zbiorniku, który posiada średni stan pokarmowy, zakwity glonów w takim nasileniu występować mogą tylko przy wysokich temperaturach i niskich stanach wody.

W dwu następnych latach plankton zbiornika był bardzo bogaty w zielenice z rzędu *Chlorococcales.* W lecie 1952 uderzał masowy rozwój drobnych kulistych zielenic z rzędu *Volvocales.* W roku 1953 zielenice występowały także obficie. Jeżeli chodzi o ilość gatunków, dominowały one w tych latach w planktonie zbiornika. Należy zaznaczyć, że okresowo rozwijały się także bujnie następujące gatunki: *Mallomonas caudata, Ceratium hirundinella, Peridinium* sp. div., *Fragilaria crotonensis* i *Asterionella formosa.*

Dla podkreślenia różnic w składzie gatunkowym i ilościowym planktonu zbiornika w latach 1951-53 zestawiono spektra planktonowe z dnia 7.VIII.1951, 4.VIII.1952 i 4.VIII.1953 w tabeli 7. Przy ich pomocy przedstawiono jakościowy i ilościowy skład planktonu w pełni lata, tzn. w okresie, w którym występuje w zbiorniku największa produkcja planktonu. Z zestawienia tego widać wyraźnie, że plankton zbiornika co roku o tej samej porze był różny. W sierpniu 1951 panują w zbiorniku sinice i drobne

Tabela 6a — Table 6a.
Pionowe rozmieszczenie planktonu w 1951 r.
(Punkt 1)
Vertical distribution of the plankton in the year 1951.

data date	ż. Vita lity	f. Form	w. Size	Głębokość Depth	VIII 7	VIII 23	IX 6	IX 21	X 10	X 22	XI 5	XI 19	XII 3
temperatura wody w °C. temperature in °C					24,2	21	21	12,8	7,5	7	5,5	4,8	2,6
przeźroczystość wody w m turbidity in m					0,8	1,1	1	0,8	0,95	1,1	0,9	0,8	0,8
Microcystis aeruginosa	● i ✻	k.	2 - 4	1 (1,5) m		3	2	1	1	1	1	1	1
				2 (2,5) m	4	5		1	1	2/3			
				3 (3,5) m	4		1/3						
Peridinium sp. div.	● i ⊕	o.	1.	1 (1,5) m		1							2/3
				2 (2,5) m	1	1	1	1/3					
				3 (3,5) m	1	1	1/3						
Mallomonas caudata	●	o.	1.	1 (1,5) m		3			1/3		1		1
				2 (2,5) m		2		1	2/3				
				3 (3,5) m			1/3						
Flagellata drobne?	●	o.	1.	1 (1,5) m		3	5	2	1/3	1			
				2 (2,5) m	5	5	5	2	1				
				3 (3,5) m	5	5							
Fragilaria crotonensis	● i ⊕	w.	2.	1 (1,5) m			1	1	2	1		1	1
				2 (2,5) m			1	1/3					
				3 (3,5) m	2/3	1/3							

Tabela 6a (c.d.)

Asterionella formosa	●	k,	1.	1 (1,5) m			2/3				2/3	2/3	2/3
				2 (2,5) m	1	1	1		1	1/3			
				3 (3,5) m	2	2	1 3						
Bacillariophyceae sp. div.	● i ⊕	o.	1.	1 (1,5) m						2	2	1	1
				2 (2,5) m			2,3	1 3					
				3 (3,5) m		1	4						
Gloeocystis sp.	●	k.	1.	1 (1,5) m			1	1 3	1 3				
				2 (2,5) m									
				3 (3,5) m		1 3							
Pediastrum Boryanum	● i ⊕	k.	1.	1 (1,5) m			1,3		2 3			1/3	
				2 (2,5) m	1/3		2 3			1 3			
				3 (3,5) m		1/3							
Scenedesmus sp. div.	● i ⊕	k.	1.	1 (1,5) m				1	1		1	2 3	1
				2 (2,5) m	2,3	1 3	1	1	1	2/3			
				3 (3,5) m	1	1	1						
Chlorophyceae varia	●	k.	1 - 2	1 (1,5) m			1	2 3		1/3	1/3		
				2 (2,5) m	2 3				1				
				3 (3,5) m		1	1 3						
Staurastrum sp. div.	●	o.	1.	1 (1,5) m			1	1/3			2 3		
				2 (2,5) m	1 3	2 3	1		1/3				
				3 (3,5) m	1	2/3							

Tabela 6b — Table 6b.

Pionowe rozmieszczenie planktonu w 1952 r. — Vertical distribution of the plankton in the yaer 1952 (Punkt 1)

data date	ż. Vita-lity	f. Form.	w. Size	Głębo-kość Depth	IV	V		VI		VII		VIII	
					24	7	23	4	17	3	18	4	25
temperatura wody w °C. temperature in C°					13,8	16	10,8	17,5	—	24	21	—	21
przeźroczystość wody w m turbidity in m					1,3	1,5	1,2	—	1,5	1,2	1	1	1
Microcystis aeruginosa	● — ⊕	k.	2 - 4	1 (1,5) m	1		1/3		1/3		2/3		
				2 (2,5) m		1	1				2/3		1/3
				3 (3,5) m		1	1/3		1/3	1	2/3		
Dinobryon divergens	● i ⊕	k.	1	1 (1,5) m			1/3		3				
				2 (2,5) m									
				3 (3,5) m				1/3	3	1			
Peridinium sp. div.	● i ⊕	o.	1	1 (1,5) m			1/3	1	1		2/3		1
				2 (2,5) m			1/3	2/3					2/3
				3 (3,5) m		1/3				1	2/3		
Ceratium hirundinella	● i ⊕	o.	2	1 (1,5) m	1/3	1	1/3		1		1/3		1
				2 (2,5) m			2/3			1			1
				3 (3,5) m		1/3		2/3	1	1			
Mallomonas caudata	●	o.	1	1 (1,5) m							2		
				2 (2,5) m						2	2/3		
				3 (3,5) m						1/3	1		

Tabela 6b. (c.d.)

Fragilaria crotonensis	● i ⊕	w.	2	1 (1,5) m	1		2	2	3	3	3		1
				2 (2,5) m		1	1	1		5	2		2/3
				3 (3,5) m	1/3	1	1	5	5	5	3		
Asterionella formosa	●	k.	1	1 (1,5) m			1	3	3		1/3		
				2 (2,5) m		1/3	1	2					
				3 (3,5) m	1	1/3	1		4	2			
Volvocales?	●	o.	1	1 (1,5) m			1	3	3	3			5
				2 (2,5) m			2	3			3		5
				3 (3,5) m	1	1	1	3	4	4			
Gloeocystis sp.	●	k.	1	1 (1,5) m		1			2/3				
				2 (2,5) m			1/3	1					
				3 (3,5) m				2	1	2/3			
Scenedesmus sp. div.	● i ⊕	k		1 (1,5) m	1/3		1		1		2/3		1
				2 (2,5) m			1		1		2/3		1/3
				3 (3,5) m	1/3	1/3	1	1	3	1	2/3		
Chlorophyceae varia	●	k.	1 - 2	1 (1,5) m			1		1		1		
				2 (2,5) m		1/3	1	1/3			1		1/3
				3 (3,5) m			1	2/3	2		1	2	2/3
Staurastrum sp. div.	●	o.	1	1 (1,5) m		1		1	2		i		
				2 (2,5) m			1	1		3			1/3
				3 (3,5) m		2/3		1	2	1/3			

Tabela 6c — Pionowe rozmieszczenie planktonu w 1953 r.

przezroczystość wody w m turbidity in m					1,5	1,6	1,8
data date					13	28	9
					V		VI
temperatura wody w °C temperature in C°					7,6	18	18
	ż. Vitality	f. Form	w. Size	głębok.* Depth			
Mallomonas caudata	● i ⊕	k.	24.	a)			
				b)			
Microcystis aeruginosa	●	o.	1.	a)			
				b)			
Trachelomonas hispida i volv.	●	o.	1.	a)			
				b)			
Peridinium sp.	● i ⊕	o.	1.	a)	1/3		1/3
				b)		1	
Peridinium sp. div.	● i ⊕	o.	1.	a)			
				b)		1/3	
Ceratium hirundinella	● i ⊕	o.	2.	a)	1/3	1/3	2
				b)	1	2	
Flagellata drobne	●	o.	1.	a)			
				b)			
Scenedesmus sp. div.	● i ⊕	k.	1.	a)			1/3
				b)			
Pediastrum duplex i *Boryanum*	● i ⊕	k.	1.	a)			2/3
				b)			
Oocystis sp.	●			a)			
				b)			
Chlorophyceae varia	●	o.	1.	a)	1	1	2
				b)	1/3	2	4
Chlorophyceae varia	●	k.	12.	a)			1
				b)		2/3	1
Cosmarium sp. div.	●	o.	1.	a)		2/3	
				b)		1	2/3
Staurastrum sp. div.	●	o.	1.	a)			
				b)			1/3

*) Głębokość, na której pobierano próby, wahała się zależnie od poziomu wody w zbiorniku: a) w połowie głębokości od 2,25—1 m.
b) przy dnie od 4,5—2 m.

Table 6c.
— Vertical distribution of the plankton in the year 1953

1,7	1,9	1,6	1,6	1,5	1,9	1,8	1,2	1,2	1,3	1,2	1,6	1,5
23	7	20	4	20	3	24	7	27	12	25	10	30
VI	VII		VIII		IX		X		XI		XII	
21	23	19,8	19,2	19,9	17,5	13,7	11	8,9	5	1	1,4	1,3
	1/3 2/3	1/3 1/3	1 1	1 2	2/3 1	1/3 1	1/3 1		1/3	2/3		
	3 1/3	1 1	2 2	3 1	1/3 2/3	2/3			1		1/3 1/3	1/3 1/3
			2/3 1	1	1 1	2/3		4	1 2	1/3	2/3	1/3
1/3	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1/3	2/3			2/3	1
1/3 1/3	1 1	2/3 1/3	1/3 1	1 2/3	1 1/3	1/3	1/3 1/3				1/3	
1	1 1	1 3	1 4	3 4	2 2	2/3 1/3				1/3		
	1/3	1/3	1/3 1	1	1 2	1 1	1 2		1 1/3	1/3 2/3	2 2	2 2
2/3	1/3	2/3 1/3	1 2/3	1/3	1/3 1/3	2/3	2/3	1	1	1 1	1 1	
2/3	1/3	1/3 1/3		1 1/3	1/3	2/3				2/3	2/3 1	
		1/3	1/3		1 1	1	1	1	1/3 1	1 1		1/3
4 4	3 2	1 3	1 1	2	1 1	1 2/3	1		1	2/3	2/3	
1 2	1 1	1 1	1 1	2	1 1	1	1	1/3				
1 1	1 1	1 1	1	1 1	1/3 1/3	1/3	2/3	1				
2/3 1	1/3 1/3	2/3 2/3	1 1	2/3	1/3 1/3	2/3 1	1 1	1/3				

The depth at which the samples were taken varied according to the water level in the reservoir a) in the mid of the depth from 2,25 to 1 m.
b) at the bottom from 4,5 to 2 m.

Tabela 7 — Table 7.
Letni plankton w zbiorniku w Kozłowej Górze
(Punkt 1)
(z dn. 7.VIII.51, 4.VIII.52 i 4.VIII.53)
Summer plankton in the reservoir at Kozłowa Góra
(Point 1)
(from 7.VIII.51, 4.VIII.52 and 4.VIII.53)

Żywotność Vitality	Forma Form	Wielkość Size	Gatunek — Species	1951 r. Skala Scale	1952 r. Skala Scale	1953 r. Skala Scale
●*	k.	2—4	*Microcystis aeruginosa*	4	1/3	2
●	o. k.	1	*Chroococcus turgidus*	—	2/3	—
●	k.	2	*Coelosphaerium Naegelianum*	1/3	1/3	—
●	k.	1	*Merismopedia glauca*	—	—	1/3
●	n.	1	*Oscillatoria* sp.	2/3	—	—
●	o.	1	*Trachelomonas hispida*	—	—	2/3
●	o.	1	*Trachelomonas volvocina*	1/3	1	1/3
●	o.	1	*Mallomonas caudata*	—	1	4
●	k.	2	*Synura uvella*	—	—	1/3
●	k.	1	*Dinobryon divergens*	—	2/3	—
○	o.	1	*Gymnodynium* sp.	1/3	1	—
●⊕	o.	1	*Peridinium* sp. div.	1	2	1
●	o.	2	*Ceratium hirundinella*	2/3	1/3	3
●	o.	1	*Flagellata* drobne?	5	2/3	—
●	w.	2	*Fragilaria crotonensis*	—	4	1
●	k.	1	*Asteriomella formosa*	2/3	2/3	1
●	o.	1	*Synedra acus* i *ulna*	2/3	—	1
●	o.	1	*Navicula sp.*	—	—	2/3
●	k.	2	*Eudorina elegans*	—	1/3	—
●	o.	1	*Volvocales?*	—	5	—
●	k.	2	*Gloeococcus Schroeteri*	—	2	—
●	o.	1	*Characium limneticum*	—	—	1
●	k.	1	*Pediastrum duplex*	—	2/3	—
●	k.	1	*Pediastrum Boryanum*	—	—	2/3
●	o.	1	*Tetraedron minimum*	—	—	2/3
●	k.	1	*Scenedesmus acutiformis*	—	—	1/3
●	k.	1	*Scenedesmus maximus*	—	—	1/3
●	k.	1	*Scenedesmus* arc. var. *Smithi*	—	—	1/3
●	k.	1	*Scenedesmus* sp. div.	—	1	1/3
●	k.	1	*Ankistrodesmus falcatus*	—	—	1/3
●	k.	1	*Dictyosphaerium pulchellum*	—	1	—
●	o.	1	*Chlorophyceae* varia	—	—	1
●	k.	1	*Chlorophyceae* varia	1	—	1
●	o.	1	*Cosmarium* sp. div.	—	1	1
●	o.	1	*Staurastrum avicula*	—	1	1
●⊕	o.	1	*Staurastrum* sp. div.	—	1	—

wiciowce, w roku 1952 *Volvocales* i inne gatunki zielenic, *Fragilaria crotonensis* oraz *Peridinium* sp. div. Natomiast w roku 1953 *Mallomonas caudata, Ceratium hirundinella* z domieszką *Microcystis aeruginosa*, zielenic i wstężnic, które choć występują w małych ilościach, posiadają sporo przedstawicieli.

Zielenice w zbiorniku znajdowały w roku 1952 i 1953 optymalne warunki, o czym świadczy duża ilość znalezionych gatunków i ich bogaty rozwój. Przypuszczenie to potwierdza także obecność gatunków rzadkich. Być może na rozwój zielenic w zbiorniku wpłynęła dodatnio miedź, w którą został wzbogacony zbiornik w czasie rozpuszczenia w nim większej ilości siarczanu miedzi. Do zbiornika dano siarczan miedzi w roku 1952 profilaktycznie w celu zahamowania zakwitów glonów. Jest to metoda powszechnie znana i stosowana na największą skalę w Stanach Zjednoczonych i ZSRR w walce z zakwitami glonów, głównie sinic. Wyjątek stanowią zielenice, które po dodaniu siarczanu miedzi do wody rozwijają się masowo (Gierasimow 1936, Rhode 1949 i inni).

Rhode przeprowadził następującą obserwację w jeziorze Norrviken położonym w odległości 15 km na północ od Sztokholmu. W jeziorze tym występował od lat kilkudziesięciu co roku zakwit sinic, złożony z 3 gatunków: *Microcystis aeruginosa, M. viridis* i *M. flos aquae*. Jezioro to jest stale zanieczyszczane ściekami drożdżowni wybudowanej w roku 1893. Ścieki te wprawdzie od około 20 lat są w dużym stopniu oczyszczane, jednak nie zmalał dopływ substancji pokarmowych do jeziora, ponieważ wzrosło zaludnienie okolicy Norviken. W roku 1947 czterokrotnie, a mianowicie dwa razy w czerwcu i dwa razy w lipcu, rozpylano po całej powierzchni jeziora 10%-roztwór siarczanu miedzi z łodzi motorowej.

Już po pierwszym zabiegu zaznaczył się wyraźny wpływ na skład planktonu roślinnego. Wzrosła przezroczystość wody, zmieniła się jej barwa i zmniejszyła się ilość kolonii *Microcystis*, a na ich miejsce rozwinęły się masowo zielenice występujące dotychczas pojedynczo. W jeziorze Norviken na pierwsze miejsce wysunęły się dwa gatunki: *Pediastrum duplex* i *P. Boryanum*. W miesiąc po rozpyleniu siarczanu miedzi ilość kolonii osiągnęła wartość około 10 milionów na 1/l wody w warstwie powierzchniowej. Nieprzewidziany i nadmierny rozwój zielenic wywołany tym zabiegiem uważa autor za korzystniejszy, gdyż panują w jeziorze lepsze warunki tlenowe (28% powyżej stanu nasycenia tlenem) niż w czasie zakwitu *Microcystis* (32% powyżej stanu nasycenia tlenem).

Do zbiornika w Kozłowej Górze dano w roku 1952 siarczan miedzi cztery razy. Zabieg wykonano w dniu 28.V, 11.VII, 29.VIII oraz 1.X w ten sposób, że do łodzi przymocowano worki z siarczanem miedzi, który

w czasie ich krążenia po zbiorniku rozpuszczał się w wodzie. Zużyto do tego celu razem 4700 kg technicznego siarczanu miedzi.

W zbiorniku w Kozłowej Górze nie stwierdzono tak silnego stymulującego działania siarczanu miedzi na zielenice, jakie obserwowali Gierasimow (1937) i Rhode (1949). Przyczyną tego bardzo zresztą korzystnego dla wodociągów zjawiska była być może za mała ilość siarczanu miedzi. Zaznaczył się jednak w zbiorniku dodatni wpływ miedzi na zielenice w tym sensie, że znajdowały one dobre warunki rozwoju i wysunęły się pod względem ilości gatunków na pierwsze miejsce. Z zabiegiem tym niewątpliwie związany jest zakwit drobnych zielenic z rzędu *Volvocales* w lecie 1952.

Badacze północni Thunmark (1945) i Nygaard (1949) wprowadzili próby charakterystyki zbiorowisk fitoplanktonu za pomocą współczynników, które mają określić stopień troficzności danego zbiornika. Współczynniki te oblicza się na podstawie ilości gatunków poszczególnych grup systematycznych, występujących w badanej jednostce wodnej.

Thunmark wprowadza tylko jeden współczynnik zielenicowo-wstężnicowy $\frac{Chl}{D}$ w którym przeciwstawia zielenice z rzędu *Chlorococcales* o tendencji do wód eutroficznych wstężnicom ciążącym ku wodom oligotroficznym.

Nygaard (1949) używa pięciu następujących współczynników:

1. Współczynnik sinicowy: $\frac{Myxophyceae}{Desmidieae}$
2. Współczynnik zielenicowy: (Thunmark 1945) $\frac{Chlorococcales}{Desmidieae}$
3. Współczynnik okrzemkowy: $\frac{Centrales}{Pennales}$
4. Współczynnik euglenowy: $\frac{Euglenineae}{Myxophyceae + Chlorococcales}$
5. Współczynnik złożony: $\frac{Myxoph. + Chloroc. + Centr. + Eugl.}{Desmidieae}$

Za pomocą tych współczynników charakteryzuje Nygaard stopień troficzności badanych jezior i stawów. Opiera się on wyłącznie na liczbie gatunków wymienionych grup systematycznych.

Obliczono wyżej wymienione współczynniki dla planktonu zbiornika w Kozłowej Górze. Wybrano do tego celu próby pobrane w dniach: 7.VIII.1951, 4.VIII.1952 i 4.VIII.1953.

Wartości ich są następujące:

	7. VIII. 51 11 gat.	4. VIII. 52 23 gat.	4. VIII. 53 25 gat.
1. $\frac{Myx.}{Desm.}$	$\frac{3}{0} = 3$	$\frac{3}{4} = 0{,}75$	$\frac{2}{2} = 1$
2. $\frac{Chl.}{D.}$ Thun.	$\frac{2}{0} = 2$	$\frac{5}{4} = 1{,}25$	$\frac{9}{2} = 4{,}5$
3. $\frac{Centr.}{Penn.}$	$\frac{0}{2} = 0$	$\frac{0}{2} = 0$	$\frac{0}{4} = 0$
4. $\frac{Eugl.}{Myx. + Chl.}$	$\frac{1}{3+2} = 0{,}2$	$\frac{2}{3+5} = 0{,}25$	$\frac{2}{2+9} = 0{,}18$
5. $\frac{Myx. + Chl. + Centr. + Eugl.}{Desm.}$	$\frac{3+2+1}{0} = 6$	$\frac{3+5+2}{4} = 2{,}5$	$\frac{2+9+2}{2} = 6{,}5$

Wartości współczynników planktonu zbiornika w Kozłowej Górze w roku 1951 i 1953 są zbliżone do czterech eutroficznych stawów duńskich w fazie miksotroficznej opisanych przez Nygaarda. Różne są tylko współczynniki okrzemkowe, posiadające w zbiorniku wartość 0, podczas gdy w stawach duńskich wahają się od 0,1 do 0,7.

Współczynniki planktonu w r. 1952 były najbardziej zbliżone do słabo eutroficznego stawu duńskiego w fazie miksotroficznej. Znów jak poprzednio współczynnik okrzemkowy równał się 0.

Inaczej charakteryzuje troficzność zbiornika współczynnik zielenicowo-wstężnicowy Thunmarka. Wartości tego współczynnika wskazują w roku 1951 i 1952 na słabą eutrofię, natomiast w roku 1953 na silną eutrofię.

Porównując współczynniki wprowadzone przez obydwu autorów, otrzymujemy znaczne różnice w roku 1951. Współczynnik złożony Nygaarda o wartości 6 mówi o silnej eutrofii, natomiast współczynnik $\frac{Chl.}{D}$ Thunmarka wskazuje słabą eutrofię. Różnica ta spowodowana jest tym, że Thunmark nie uwzględnia w swym współczynniku sinic, które dominowały w planktonie zbiornika w Kozłowej Górze w r. 1951. Dlatego posługiwanie się współczynnikiem Thunmarka zawodzi, szczególnie w tych zbiornikach, gdzie rozwijają się masowo sinice. Lepiej charakteryzują stawy i jeziora współczynniki Nygaarda, zwłaszcza współczynnik złożony.

W zbiorniku w Kozłowej Górze w latach 1951—1953 współczynnik ten posiadał następujące wartości: 6; 2,5; 6,5. Najniższa wartość współczynnika w roku 1952, wskazująca na zubożenie planktonu w zbiorniku, uwarunkowana była zapewne nie tyle obniżeniem zawartości soli mineralnych w wodzie, ile niską temperaturą w czasie chłodnego lata.

Układ spektrów chemicznych w zbiorniku (tabele 2A i 2B) wskazuje wyraźnie na średnią żyzność wody. Niemal wszystkie składniki występowały w ilościach średnich. Wyjątek stanowiły azotany występujące w ilościach odpowiadających dużej troficzności, równoważone zapewne małymi ilościami azotynów. W małych ilościach notowano również chlorki i krzemionkę.

Wskaźnikiem mezotrofii zbiornika jest również plankton, mający z małymi wyjątkami charakter zielenicowo-okrzemkowy. Opierając się na pracy Teilinga (1955), trzeba plankton w Kozłowej Górze zaliczyć do rzędu *Chlorococcaleta,* w którym następujące zielenice i okrzemki są gatunkami charakterystycznymi:

Kirchneriella lunaris, Tetraedron, Pediastrum, Fragilaria crotonensis, Atheya Zachariasi i *Melosira granulata.* W zbiorniku w Kozłowej Górze występowały wszystkie powyższe gatunki charakterystyczne oprócz *Melosira granulata.*

Zakwit sinicy *Microcystis aeruginosa* w roku 1951, charakterystyczny dla rzędu *Myxophyceta* związanego z wodami silnie eutroficznymi, był w zbiorniku wywołany raczej czynnikami klimatycznymi, jak to omówiono wyżej.

Należy zaznaczyć, że plankton w Kozłowej Górze posiada sporo gatunków wstężnic, które wskazują na pewne powiązania z rzędem *Desmidieta,* występującym w wodach oligotroficznych. Z gatunków charakterystycznych dla tego rzędu występowały różne gatunki rodzaju *Staurastrum.*

W zbiorniku w Kozłowej Górze, jak już wspomniano wyżej, występowała mała ilość gatunków typowo planktonowych; większość spośród znalezionych w planktonie zbiornika stanowią:

1) gatunki rozwijające się zarówno dobrze w planktonie i litoralu, czyli tzw. plankton fakultatywny;
2) gatunki, które do strefy wolnej wody dostały się przypadkowo — jest to tzw. tychoplankton.

Dobrze ilustruje to zjawisko następujący fakt. Zebrano w zbiorniku w pobliżu ujścia Brynicy *Myriophyllum verticillatum* L. i oznaczono występujące na nim epifity. Z 48 gatunków żyjących na *Myriophyllum* tylko 6 następujących nie znaleziono w planktonie zbiornika:

1. *Gomphosphaeria aponina* Kütz.
2. *Trachelomonas oblonga* var. *punctata.*
3. *Scenedesmus ovalternus* Chod.

4. *Coelastrum verrucosum* (Reinsch) De Toni.
5. *Closterium Venus* Kütz.
6. *Cosmarium impressulum* Elfy.

Nasuwa się zatem pytanie, czy w małych zbiornikach wodnych rozwijają się odrębne zbiorowiska planktonowe. By na to pytanie odpowiedzieć, konieczne są obserwacje całych cykli rozwojowych poszczególnych gatunków, wchodzących w skład planktonu małych zbiorników wodnych.

PORÓWNANIE Z INNYMI ZBIORNIKAMI ZAPOROWYMI W POLSCE

J. Siemińska w latach 1946-49 badała plankton jeziora zaporowego w Rożnowie. Praca obejmuje wyniki badań nad planktonem powierzchniowym jeziora oraz nad sestonem Dunajca powyżej i poniżej jeziora. W zakres tej pracy wchodzi fito- i zooplankton. Plankton Jeziora Rożnowskiego jest bardziej zbliżony do planktonu rzek niż jezior naturalnych. Skład gatunkowy jeziora na całej jego długości był jednakowy. Występuje w nim duża ilość gatunków rzecznych, głównie okrzemek. Zaznacza się w nim słaby rozwój zwierząt planktonowych i zielenic, natomiast przeważają wiciowce, bruzdnice i okrzemki. Maksima rozwojowe planktonu w Jeziorze Rożnowskim przypadają na wiosnę i jesień. W okresie badań występowały w jeziorze znaczne wahania rozwoju poszczególnych gatunków. Jednakże pomimo wyczerpującego opracowania planktonu Jeziora Rożnowskiego nie można go porównywać z planktonem w Kozłowej Górze, gdyż pierwszy powstał po wybudowaniu tamy na rzece górskiej, drugi na niżu. Jezioro Rożnowskie jest jak większość zbiorników zaporowych wąskie i wydłużone, powyginane zgodnie z przebiegiem dawnego koryta rzeki. Przy najwyższym stanie wody długość jego dochodzi do 20 km, szerokość waha się od 300 — 1500 m, maksymalna głębokość w pobliżu tamy wynosi 33 m, toteż nie można porównywać planktonu tego jeziora z planktonem szeroko rozlanego i płytkiego zbiornika w Kozłowej Górze. Wspólną cechą planktonu obydwu zbiorników jest duża ilość gatunków okrzemek, które pod względem swej ilości wysuwają się na pierwsze miejsce. Powodują to przepływające przez te zbiorniki rzeki, które przynoszą ze sobą dużo gatunków dennych i porośłowych. Okrzemki te stanowią ważny składnik żywej zawiesiny w tych rzekach powyżej zbiorników. W planktonie Jeziora Rożnowskiego i zbiornika w Kozłowej Górze jednak tylko nieliczne gatunki okrzemek odgrywają ilościowo większą rolę.

Od najczęściej spotykanego typu jezior zaporowych (np. Westfalskie zbiorniki w dorzeczu Ruhry), reprezentowanego w Polsce przez Jezioro Rożnowskie, odbiegają dwa dolno-śląskie zbiorniki w Otmuchowie i Turawie. Są one podobnie jak zbiornik w Kozłowej Górze szeroko roz-

lane, owalne. Powierzchnia ich jest znacznie większa od powierzchni zbiornika w Kozłowej Górze. Wynosi ona w zbiorniku Otmuchowskim 1976 ha, w Turawskim 2043 ha.

Jezioro Otmuchowskie na Nysie zostało zalane w 1935 roku. Długość jego przy maksymalnym spiętrzeniu wody wynosi 17 km, szerokość 3 km, a głębokość 17 m. Wundsch w 1941/42 roku zajmuje się biologią tego zbiornika. W pracy tej można znaleźć także trochę skąpych wiadomości o planktonie.

O składzie gatunkowym i ilościowym planktonu tego zbiornika orientują trzy następujące analizy planktonu roślinnego z lat 1941/42, zestawione przez Wundscha.

Ilość organizmów (pojedynczych i kolonialnych) w 1 cm³

	17. V. 41	26.VIII.41	9. IX. 42
Melosira	6480	13	25
Cyclotella	660	6	88
Asterionella	450	5	—
Mallomonas	420	—	—
Trachelomonas	120	20	397
Cryptomonas	90	289	—
Scenedesmus	30	40	7
Rhaphidium	30	5	10
Pediastrum	30	8	4
Anabaena	30	—	—
Codonella lacustris	—	2	7
Fragilaria	—	3	2
Strombidium	—	3	1
Merismopedia	—	3	1
Diatoma elongatum	1	—	2
Microcystis	—	1	1

Z tabeli tej łatwo wyczytać, że głównym składnikiem planktonu zbiornika Otmuchowskiego są okrzemki i wiciowce, zielenice i sinice natomiast występują nielicznie.

Jeszcze mniej mamy danych o planktonie Jeziora Turawskiego. Wundsch (1949) podaje tylko jedną analizę z dnia 2.X.1942 r. Skład jej jest następujący:
Ilość organizmów pojedynczych i kolonialnych w 1 cm^3.

Stephanodiscus	290	*Synedra*	40
Melosira	240	*Coelosphaerium*	20
Cyclotella	200	*Microcystis*	10
Chrysomonadineae	140	*Rhaphidium*	10
Mallomonas	110	*Pediastrum*	10
Trachelomonas	90	*Closterium*	10
Scenedesmus	90	*Fragilaria*	10
Asterionella	56		

W zbiorniku Otmuchowskim podobnie jak w Turawskim uderza duża ilość okrzemek i wiciowców. Ważnym także składnikiem planktonu w tym czasie jest rodzaj *Scenedesmus*. Inne gatunki zielenic i sinic występują w małych ilościach. Z wstężnic notowano tylko rodzaj *Closterium* nielicznie.

Zaznaczyć trzeba, że plankton roślinny zbiornika Turawskiego, podobnie jak fitoplanton większości sztucznych zbiorników zaporowych, jest bardzo ubogi w stosunku do zooplanktonu, który rozwija się obficie, niekiedy niemal wyłącznie.

Trudno na podstawie zaledwie kilku analiz porównywać plankton tych zbiorników z planktonem zbiornika w Kozłowej Górze. Uderzają jednak od razu pewne różnice. Plankton zbiornika w Kozłowej Górze cechuje bogaty rozwój zielenic i stosunkowo ubogi rozwój zooplanktonu.

Zwierzęta występujące w planktonie zbiornika w Kozłowej Górze oznaczono tylko do wyższych jednostek systematycznych (wyróżniano np. *Rotatoria, Copepoda, Cladocera)*. Ujęte nawet tak ogólnie należały do grupy gatunków rzadko występujących.

STRESZCZENIE

Praca obejmuje wyniki badań przeprowadzonych w latach 1951—1953 nad planktonem zbiornika zaporowego w Kozłowej Górze oraz rzeki Brynicy w miejscu dopływu jej do zbiornika.

Zbiornik w Kozłowej Górze został wybudowany na rzece Brynicy na Górnym Śląsku. Jest to zbiornik płytki i rozległy (maksymalna jego głębokość wynosi 5,5 m, powierzchnia zaś 575 ha), o dużych wahaniach powierzchni, objętości i głębokości wody. Na podstawie cech limnometrycznych zaliczono zbiornik ten do kategorii stawów. Stwierdzono brak wyraźnych uwarstwień termicznych w okresie letnim. W zbiorniku występowały duże zmiany okresowe poziomu wody — od wiosennego maksimum do jesiennego minimum. Wywierają one duży wpływ na ży-

zność zbiornika oraz powodują brak typowych zespołów roślinności przybrzeżnej, charakterystycznych dla jezior i stawów. Spośród czynników meteorologicznych uwzględnione zostały: temperatura i opady. Z zestawienia ich wynika, że rok 1952 był znacznie bogatszy w opady i chłodniejszy niż rok 1951 i 1953. Spektra chemiczne wskazują na ogół na średnią żyzność wody.

Plankton zbiornika posiada charakter stawowy, cechuje go mała ilość gatunków typowo planktonowych. Pod względem ilości gatunków na pierwsze miejsce wysuwają się zielenice i okrzemki. Zielenicowo-okrzemkowy charakter planktonu wskazuje na mezotrofię zbiornika. Plankton zaliczono, opierając się na pracy Teilinga (1955), do rzędu *Chlorococcaleta*. Wpływ rzeki Brynicy na rozwój planktonu w zbiorniku jest nieznaczny. Przynoszone przez Brynicę gatunki wzbogacają listę florystyczną, nie odgrywają jednak ilościowo większej roli w planktonie zbiornika. Nie stwierdzono w zbiorniku równomiernego uwarstwienia planktonu w przekroju pionowym. W zbiorniku nie zaobserwowano również silnie stymulującego działania siarczanu miedzi na rozwój zielenic, który dostarczano do zbiornika profilaktycznie, celem zlikwidowania zakwitów glonów. W latach 1951-53 znaleziono w zbiorniku i przy dopływie rzeki Brynicy 110 gatunków, 7 form i odmian; 15 oznaczono tylko do rodzaju. Spośród znalezionych gatunków nowymi dla Polski są następujące: *Scenedesmus oahunensis* (Lemm.) Smith, *Sphaerellopsis cylindrica* Skuja, *Spondylosium planum* (Wolle) W. S. G. West oraz *Chytridium microcystis* Skuja.

Instytut Botaniczny UJ
w Krakowie

(Wpłynęło dn. 9.III.1956 r.)

SUMMARY

The paper contains the results of investigations carried out in the years 1951—1953 on the plankton of the dam-reservoir at Kozłowa Góra and of the river Brynica, at its influx in the reservoir.

The dam-reservoir at Kozłowa Góra has been built on the river Brynica in Upper Silesia. It is shallow and extensive (maximal depth 5,5 m, surface 575 ha); the area of its surface as well as the volume and depth of water are subject to considerable oscillations. On the basis of limnometrical characters the reservoir is classed in the cathegory of ponds. There is lack of a pronounced thermal stratification in summer. Considerable periodic changes occur in the water level from the spring maximum to the autumn minimum. They exercise a great influence upon the fertility of the reservoir and are responsible for the lack of typical associations of littoral vegetation characteristic of lakes and ponds. Of the meteorological factors temperature and precipitation have been taken into account. From their comparison it results that the year

1952 was cooler and more abudant in precipitation than the years 1951 and 1953. Chemical spectra show an average fertility of the water.

The plankton of the reservoir resembles that of a pond and is characterized by the presence of only a small quantity of typically planktonic species. With respect to the number of species the green algae *(Chlorophyceae)* and the diatoms *(Bacillariophyceae)* occupy the foremost places. The green algal-diatomic character of the plankton points to mesotrophy of the reservoir. Basing upon the work by T e i l i n g (1955) the plankton has been classed in the order *Chlorococcaleta*. The influence of the river Brynica upon the development of the plankton in the reservoir is slight. The species brought by the Brynica enrich the floristic list, but they do not play any more considerable part in the number of the components of the plankton in the reservoir. No uniform stratification of the plankton has been established in the vertical cross-section of the reservoir. Neither has any strongly stimulating action been observed in the development of the green algae caused by the sulphate of copper which had been applied prophylactically in order to avoid the "flowering" of algae. In the years 1951-53 110 species and 7 forms and varieties have been found in the reservoir and at the influx of the river Brynica. Fifteen specimens have been determined only up to genus. Among the species found the following are new for Poland: *Scenedesmus oahunensis* (L e m m.) S m i t h; *Sphaerellopsis cylindrica* S k u j a, *Spondylosium planum* (W o l l e) W. S. G. W e s t, and *Chytridium microcystidis* S k u j a.

LITERATURA

B r u n t h a l e r J., L e m m e r m a n n E. u. P a s c h e r, 1915, Chlorophyceae II. Pascher: Die Süsswasserflora, H. 5.

C a b e j s z e k I., 1950, Plankton roślinny jeziora Charzykowo, Prace Badawcze Instytutu Bad. Leśn. Jezioro Charzykowo, cz. I.

C h o d a t R., Scenedesmus, Etude de génétique, de systematique experimentale et d'hydrobiologique, Aarau.

C h r a m i e c W., 1951, W sprawie zbiorników wodnych dla celów wodociągowych, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 25.

E l e n k i n A. A., 1938, Monographia Algarum Cyanophycearum aquidulcium et terrestrium infinibus URSS, Moskwa.

E r d t m a n G., 1943, An Introduction to Pollen Analysis.

G e i t l e r L., 1932, Cyanophyceae, Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, Bd. 14.

G e i t l e r L. u. P a s c h e r A., 1925, Cyanophyceae, Pascher: Süsswasser-Flora H. 12.

G i e r a s i m o w P. A., 1937, O wlijanii siernokisloj miedi na wodorosli gruppy Protococcales, Mikrobiołogia, 6.

H a e m p e l O. u. S t u n d l K., 1943, Fischereibiologische Untersuchungen an der Freiner Talspere, Arch. f. Hydrobiol. 40.

H u b e r - P e s t a l o z z i, 1941, Das Phytoplankton des Süsswassers 2T. 1H. Die Binnengewässer.

H u m b e l t - P a w ł o w s k a, 1939, Roczna zmienność filoplanktonu w osadniku na Stacji Pomp Rzecznych w W-wie. Planta Pol. 8.

H u s t e d t Fr., Die Kieselalgen, Rabenhorst's Kryptogamen-Flora Bd. 7.

H u s t e d t Fr., 1930, Bacillariophyta, Pascher: Süsswasserflora H. 10.

K o c z w a r a M., 1916, Fytoplankton stawów dobrostańskich, Kosmos, 40.

Kolkwitz R., 1912, Plankton und Seston, Berichte d. Deutsch. Bot. Ges.
Krieger W., 1937, Die Desmidiaeaen T. I., Rabenhorst's Kryptogamen-Flora 13 Abt. 1.
Lemmermann E., 1912, Flagellatae, Pascher: Süsswasserflora H. 2.
Nygaard G., 1949, Hydrobiological Studies on Some Danish Ponds and Lakes. Part II. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter, 7 (1).
Pascher A., 1925, Heterocontae, Süsswasserflora H. 11.
Pascher A., 1927, Volvocales, Süsswasserflora H. 4.
Prescott G. W., 1951, Algae of the Western Great Lakes Area, Cranbrook Institute of Science, Bull. 31.
Prescott G. W., 1948, Objectionable Algae with reference to the killing of fish and other animals, Hydrobiologia 1 (1).
Rhode W., 1949, Die Bekämpfung einer Wasserblüte von Microcystis und die gleichzeitige Förderung einer neuen Hochproduktion von Pediastrum, Verh. Intern. Ver. Limnologie. 10.
Schilling A. J., 1913, *Dinoflagellatae,* Pascher: Süsswasser-Flora (2).
Siemińska J., 1952, Plankton zaporowego jeziora w Rożnowie. Memoires de 1 Academie Polonaise des Sciences et des Lettres. Cl. d. Sc. math. et nat. S. B.
Siemińska J., Hydrobiologiczna charakterystyka rzeki Brynicy (rękopis).
Skuja H., 1948, Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden, Symbolae Botanicae Upsaliensis 9 (3).
Smith G., Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin, Part I. Bull. Wisc. Geolog. a. Nat. Hist. Surv. Bull. 57. Part II., Bull. of the Univer. of Wisconsin, Madison.
Stangenberg M., 1938, Warunki produkcji w stawach. I skład chem. wody stawów, Inst. Bad. Lasów Państw. W-wa.
Starmach K., 1938. Badania sestonu górnej Wisły i Białej Przemszy, Spraw. Kom. Fizj. PAU. 73.
Starmach K., 1952, Badania hydrobiologiczne na obszarze zbiornika w Kozłowej Górze (rękopis).
Starmach K., 1955, Metody badania planktonu, Warszawa.
Steur A., 1910, Plantonkunde.
Teiling E., 1946, Zur Phytoplanktonflora Schwedens. Botaniska Notiser, (1) Lund.
Teiling E., 1955, Some mesotrophic phytoplankton indicators, Verh. d. Inter. Ver. für theoret. u. angewandte Limnologie.
Thunmark S., 1945, Zur Soziologie des Süsswasserplanktons. Folia Limnologica Scandinavica, 3.
Ward B. a. Whipple Ch., 1945, Fresh-water biology.
Wawrzyniak Fr., 1923-24, Flora jezior Wielkopolskich cz. I i II
Wołoszyńska J., 1911, Zmienność i spis glonów planktonowych stawów polskich.
Wołoszyńska J., 1911, Glony planktonowe stawów polskich II. Kraków.
Wołoszyńska J., 1912, Plankton jezior i stawów kujawskich.
Wundsch H., 1942, Das Neisse-Staubecken von Ottmachau in seiner Entwicklung zum Fischgewässer, Zeitschr. f. Fisch. 40.
Wundsch H., 1949, Grundlagen der Fischwirtschaft in den Grosstaubecken, Abhandl. aus der Fisch. u. Hilfwissenschaften. Lief. I.
West W. u. West G. S., 1904—1923, A Monograph of the British Desmidiaceae I—V. The Ray Society, London.

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
VOL. XXV — Nr 3
1956

Trzy rośliny nowe dla flory mioceńskiej Polski

Three Plants new to the Miocene Flora of Poland

M. WĄS

W Starych Gliwicach na Górnym Śląsku są eksploatowane w odkrywkach mioceńskie iły. Zawierają one zarówno bogatą florę, jak i faunę. Flora ta jest przedmiotem badań prof. W. Szafera, fauna zaś, wskazująca na tortoński wiek osadów, została już opracowana przez W. Kracha (1954).

W roku 1954 z wyszlamowanego detritusu roślinnego wydobyto obok wielu innych szczątki trzech rzadkich trzeciorzędowych roślin, nie znanych dotychczas z Polski, a mianowicie:

Abies sclereidea Mädler,
Ginkgo adiantoides (Ung.) Heer
i *Viscophyllum pliocaenicum* (Engelhardt) Mädler.

Profesorowi Szaferowi dziękuję za powierzenie mi ich do opracowania.

1. *Abies sclereidea* Mädler

W tortońskiej florze Starych Gliwic występują dość licznie szczątki należące do rodzaju *Abies*. Są to odłamki drewna lub łuski szyszek, bądź też szpilki. Stan zachowania tych ostatnich jest tak dobry, że po odpowiednim spreparowaniu można było zbadać ich anatomię, a zwłaszcza rozpoznać interesujące szczegóły w budowie skórki.

Wśród wyszlamowanych szpilek, należących bez wątpienia do paru gatunków, znaleziono sześć, które należą do wymarłej *Abies sclereidea* Mädler.

Gatunek *A. sclereidea* został opisany przez K. Mädlera (1939) z plioceńskich osadów we Frankfurcie nad Menem. Po upływie 13 lat A. Strauss (1952) znalazł go ponownie w plioceńskich osadach z miejscowości Willershausen.

Odkrycie *A. sclereidea* w Starych Gliwicach w roku 1954 jest więc z kolei trzecim jej stanowiskiem w ogóle, zaś na terenie Polski pierwszym.

M o r f o l o g i a s z p i l e k. Szpilki *Abies sclereidea* są najczęściej proste, czasem lekko szablasto wygięte, wąskie i zazwyczaj cienkie. Na szczycie są one zaokrąglone, rzadziej nieco wcięte. Brzegi ich zbiegają łagodnie ku nasadzie tworząc kąt około 25^0. Sama nasada jest prawie równowąska, na około 1 mm długa i 0,4 mm szeroka. Długość szpilek zmierzono tylko na dwóch nie uszkodzonych okazach, z których jeden miał 15, drugi 19 mm. Szerokość mierzona w najszerszej środkowej części szpilki waha się w granicach od 1,2 do 2,2 mm.

B u d o w a s k ó r k i. Komórki skórki górnej powierzchni szpilki są wąskie, długie, prostokątne. Wszystkie ich ściany są proste, lekko zgrubiałe. Brak tu zupełnie szparek, które znajdują się wyłącznie na dolnej, słabiej skutynizowanej stronie szpilki. Umieszczone są one w dwóch szerokich pasach po obu stronach środkiem przebiegającego nerwu. Pasy te mają swój początek tuż powyżej nasady szpilki, łączą się zaś z sobą pod jej szczytem. Każdy z nich składa się z 4 — 6 blisko obok siebie leżących rzędów szparek, których otwory są równoległe do długości szpilki. Skórka na brzegu dolnej powierzchni szpilki jest pozbawiona szparek. Tutaj komórki są wąskie, długie, o błonach lekko falistych, słabo skutynizowanych. Ich oś dłuższa jest równoległą do osi szpilki. Pozbawiona aparatów szparkowych jest również skórka położona na nerwie z wiązką sitowo-naczyniową. Komórki tej części szpilki są podobne zarówno kształtem, jak i wielkością do tych, które występują na brzegach, z tą jednak różnicą, że nie posiadają one ścian falistych, lecz proste.

W skład budowy aparatu szparkowego wchodzi prawie zawsze 6 komórek, mianowicie: dwie komórki szparkowe i cztery przyszparkowe, w tym dwie boczne, a dwie biegunowe. Komórki szparkowe otaczające prostokątny otwór szparkowy są wydłużone, silnie skutynizowane, połączone na końcach krótkim i wąskim klinowatym łącznikiem. Szczególnie silnie skutynizowane są ich błony przylegające do samego otworu szparki.

Komórki szparkowe otoczone są dwoma większymi od nich komórkami przyszparkowymi bocznymi, o błonach o wiele mniej skutynizowanych. Trójkątne w widoku z góry komórki przyszparkowe biegunowe są jak gdyby wciśnięte między komórki boczne przyszparkowe i szparkowe, tak że dochodzą do samego otworu szparkowego. Błony ich są słabo skutynizowane.

Opisana tu budowa aparatów szparkowych zgadza się z obserwacjami, których dokonał K. M ä d l e r (1939).

S k l e r e i d y i p r z e w o d y ż y w i c z n e. Szpilki *A. sclereidea* łatwo jest odróżnić od innych gatunków, gdyż posiadają w przestworach międzykomórkowych miękiszu bardzo charakterystyczne, rozgałęzione sklereidy. Są one ułożone poprzecznie do osi szpilki, po obu stronach wiązki sitowo-naczyniowej na całej jej długości. W niewielkiej odległości od

brzegu szpilki przebiega wąski kanał żywiczny, widać w nim doskonale sfossylizowane, poprzecznie popękane wałeczki żywicy.

Wszystkie powyżej przedstawione cechy zarówno morfologiczne, jak i anatomiczne szpilek znalezionych w Starych Gliwicach odpowiadają ściśle diagnozie *Abies sclereidea* Mädler.

2. *Ginkgo adiantoides* (Ung.) Heer

Liście kopalne miłorzębu można spotkać w Starych Gliwicach dość często. Wydobycie ich w stanie nie uszkodzonym sprawia jednakże pewne trudności. Dlatego opisano tutaj tylko drobne, lecz charakterystyczne fragmenty blaszek liściowych, wydobyte z materiału wyszlamowanego. Należą one niewątpliwie do nieżyjącego już dzisiaj gatunku *Ginkgo adiantoides* (Ung.) Heer.

Historię odkrycia kopalnych szczątków rodzaju Ginkgo podali w wyczerpujący sposób Florin (1936) i Mädler (1939). Przedstawianie jej ponowne byłoby więc niecelowe. Warto jednakże przypomnieć, że szczątki należące do *Ginkgo adiantoides* opisał po raz pierwszy Unger (1854) z miejscowości Sinigaglia i podał je pod nazwą *Salisburia adiantoides*. Dopiero Heer (1878) stwierdził, że należą one do rodzaju *Ginkgo*. *G. adiantoides* znalazł również Kinkelin (1908) w miejscowości Klärbecken, zaś Florin (1936) potwierdził słuszność tego oznaczenia. Mädler (1939) opisał liście *Ginkgo adiantoides* z plioceńskich osadów w Frankfurcie nad Menem. Zanalizował on wówczas wszystkie cechy odróżniające *Ginkgo adiantoides* (Ung.) Heer od najbardziej do niego zbliżonego, jedynego współcześnie żyjącego *Ginkgo biloba L.*, dowodząc ich odrębności gatunkowej.

Morfologia szczątków. Powierzchnia wydobytych przez szlamowanie drobnych fragmentów liści waha się w granicach 1 — 2,5 cm^2. Wszystkie mają dobrze zachowane, lekko faliste brzegi, są skórzaste, niełamliwe, najczęściej ciemno zabarwione. Jaśniejsze z nich można oglądać bez specjalnego preparowania w świetle przepuszczonym, nawet pod dużym powiększeniem.

Cechy skórki. Skórka górnej powierzchni liścia nie posiada zupełnie aparatów szparkowych. Jest ona podzielona podłużnie na szereg węższych i szerszych na przemian ułożonych pasów. Węższe z nich leżą nad wiązkami sitowo-naczyniowymi i posiadają komórki w kształcie wydłużonych rombów o ścianach prostych, słabo skutynizowanych. Pasy szersze, międzywiązkowe są zbudowane z komórek o różnych kształtach. Błony ich są słabo, lecz wyraźnie pofalowane.

Wszystkie komórki skórki na górnej części liścia mają przeciętnie kierunek ułożenia podłużny, zgodny z przebiegiem wiązek.

Skórka dolnej powierzchni blaszki liściowej, chociaż o wiele słabiej skutynizowana, ma wygląd podobny. Pod wiązkami sitowo-naczyniowymi widać wyłącznie pasma komórek wydłużonych. Między wiązkami występują komórki o kształtach bliżej nieokreślonych, o ścianach prostych lub bardzo słabo pofalowanych. Wśród nich leżą bezładnie rozrzucone szparki. Zarówno na skórce z górnej, jak i z dolnej powierzchni liścia brak zupełnie wyrostków brodawkowatych.

Budowa szparek. W skład aparatu szparkowego wchodzi najczęściej sześć komórek: dwie biegunowe i cztery boczne. Ilość komórek okalających jest zmienna. W kierunku otworu szparkowego wydłużają się wałeczkowate wyrostki, przez co przestrzeń nad otworem uzyskuje kształt wielokąta. Wyrostki u nasady są z sobą połączone inaczej niż u *G. biloba L.*, gdzie oddzielają je wolne przestrzenie. Aparaty szparkowe są od siebie oddzielone, czyli że nie posiadają wspólnych komórek, są mniejsze i bardziej zaokrąglone aniżeli w liściach współczesnego *Ginkgo biloba* L.

Inne cechy anatomiczne. Wiązki sitowo-naczyniowe są widełkowato rozgałęzione i przebiegają wzdłuż liścia równolegle. Posiadają ciemnobrunatne zabarwienie. Między wiązkami, szczególnie w partiach brzeżnych liścia, widać wyraźnie wrzecionowate, zupełnie nieprzeźroczyste twory. Są to małe, wąskie, od 0,2 do 0,7 mm długie zbiorniki, w których wnętrzu znajduje się zakrzepła i sczerniała przez fossylizację żywica. Podobne zbiorniki żywiczne występują w liściach współczesnego *Ginkgo biloba L.*, są jednak zupełnie przeźroczyste, a oglądane pod słabym powiększeniem robią wrażenie jasnych plamek. Tę zmianę barwy można łączyć przyczynowo z fossylizacją liści *G. adiantoides*.

Zestawienie cech odróżniających
liście *Ginkgo* ze Starych Gliwic od współczesnych *G. biloba L.*

Liście ze St. Gliwic	Liście współczesne
Aparaty szparkowe umieszczone wyłącznie na dolnej stronie liścia.	Aparaty szparkowe po obu stronach liścia, na górnej tylko u nasady.
Komórki skórki górnej strony liścia zawsze nieregularnie ułożone, słabo pofalowane, drobne, na powierzchni nieprążkowane.	Komórki skórki górnej strony liścia nieregularnie ułożone (czasem występujące w rzędach), silnie faliste, duże, na powierzchni prążkowane.
Aparaty szparkowe małe.	Aparaty szparkowe większe.
Przy otworach szparkowych małe wyrostki połączone u nasady.	Wyrostki przy otworach szparkowych mniejsze, nie łączące się, rozdzielone wolnymi przestrzeniami.
Poza komórkami aparatu szparkowego brak wyrostków.	Liczne wyrostki na komórkach nie należących do aparatów szparkowych.
Wokoło otworu szparkowego nieznaczne zgrubienie.	Wokoło otworu szparkowego wałeczkowate zgrubienie.

Jak widać, wszystkie wyżej przedstawione cechy liści rodzaju *Ginkgo* ze Starych Gliwic, choć zbliżają je do współczesnych *Ginkgo biloba*, to jednak różnią je od nich wyraźnie. Liście te należą do wymarłego gatunku *Ginkgo adiantoides* (Ung.) Heer.

3. *Viscophyllum pliocaenicum* (Engelhardt) Mädler

W Starych Gliwicach znaleziono tylko drobny ułamek gałązki, który na podstawie cech budowy skórki zaliczono do *Viscophyllum pliocaenicum* (Engelhardt) Mädler.

Szczątki *Viscophyllum* nie występują zbyt często. Podawano je do tej pory przeważnie z niemieckich kopalń węgla brunatnego. Z terenu Polski nie były dotychczas znane.

Z młodszego trzeciorzędu Europy opisano dotąd kopalne: *Viscophyllum morloti* Knoll (1904), *V. miquelli* Engelhardt i Kinkelin (1908), *V. pliocaenicum* (Engelhardt) Mädler (1939), *V. rottense* Weyland (1948) oraz *V. miquelli f. parvula* Rettschlag (1953).

Rettschlag (1953) nie tylko opisała nową formę *Viscophyllum*, lecz przedstawiła również dokładnie historię odkryć kopalnych szczątków, należących do rodzaju *Viscophyllum*, zestawiając cechy odróżniające poszczególne gatunki.

Gatunek *Viscophyllum pliocaenicum* opisał K. Mädler (1939) z pliocenu w miejscowości Klärbecken k. Frankfurtu nad Menem. Do niego zaliczył również szczątki podane przez Engelhardta (1908) pod nazwą *Potamogeton pliocaenicum*.

Morfologia. Cechy odłamka gałązki ze Starych Gliwic są następujące: niewielki odłamek gałązki posiada długość około 11 mm i grubość około 4 mm. Jest on równowąski, silnie spłaszczony, prawie czarny. Przypomina na pierwszy rzut oka kopalną, na obu końcach ułamaną, szeroką szpilkę jakiegoś drzewa szpilkowego.

Budowa skórki. Po zdjęciu skórki z całego odłamka gałązki stwierdzono, że posiada ona budowę dość jednolitą. Najczęściej spotyka się komórki prostokątne lub kwadratowe, czasem pięciokątne i sześciokątne, rzadziej trójkątne. Są one ułożone nie zawsze w regularnych, podłużnie przebiegających rzędach. Ściany mają skutynizowane, proste lub lekko wygięte. Na zewnętrznych ścianach komórek skórki występują małe, okrągłe wyrostki, umieszczone często w miejscach, gdzie stykają się ściany dwóch sąsiadujących ze sobą komórek.

Wśród tych komórek ułożonych, jak wspomniano, w mniej lub bardziej wyraźnie zaznaczających się szeregach, leżą nieregularnie rozrzuco-

ne szparki. Otwory ich są zorientowane poprzecznie w stosunku do długości gałązki.

Budowa szparek. Komórki przyszparkowe są w skórce nieco zagłębione. Na powierzchni nie posiadają wyrostków. Mają one najczęściej kształt prostokątów lub półksiężyców. Otaczając eliptyczne otwory szparkowe są od ich strony silnie skutynizowane. Na końcach łączą się tak, iż otwór szparkowy zajmuje tylko środkową część ich długości. Ilość komórek otaczających szparkę jest zmienna i waha się w granicach od 6 do 9. Układają się one często w formie jak gdyby wieńca otaczającego komórki szparkowe. Często zdarza się, że komórki przyszparkowe boczne są podzielone cieńszą, podłużnie w stosunku do osi gałązki zorientowaną ścianą. W przypadku gdy podzielone są również komórki sąsiednie, leżące w tym samym rzędzie, szparka ułożona jest wtedy w poprzek nie pojedynczego, lecz podwójnego szeregu komórek skórki.

Oprócz opisanych wyżej szparek występują tu inne, których otwór jest otoczony bezpośrednio wieńcem 6—9 komórek. W kierunku otworu uwypuklają się bardzo silnie skutynizowane błony komórek otaczających. Nie udało się bliżej poznać natury tych „szparek" względnie ujść kanałów żywicznych.

Budowa skórki gałązki ze Starych Gliwic różni się od *Viscophyllum miquelli* (G. i K.) Enghdt. wyraźnie, odpowiada natomiast *Viscophyllum pliocaenicum* (Enghdt.) Mädler. Niemal regularne ułożenie komórek w szeregi, które zaobserwowano na skórce *Viscophyllum* ze Starych Gliwic, jest według Mädlera (1939) i Rettschlag (1953) charakterystyczne właśnie dla gałązek *Viscophyllum.* Tę samą cechę można także zauważyć na materiale należącym do współczesnego *Viscum album L.*

Opisane wyżej „szparki" z wieloma otaczającymi je komórkami oraz związek, jaki zachodzi pomiędzy ścianami pionowymi oddzielającymi od siebie komórki skórki a pałeczkowatymi zgrubieniami na powierzchni skórki, wymagają dalszego badania. Być może, że cechy te posiadają większe znaczenie systematyczne. Zbyt szczupły materiał kopalny nie pozwolił na dokonanie tej oceny.

STRESZCZENIE

W tortońskiej florze ze Starych Gliwic na Górnym Śląsku zidentyfikowano trzy gatunki roślin kopalnych, nowych dla miocenu Polski. Są nimi: *Abies sclereidea* Mädler, *Ginkgo adiantoides* (Ung.) Heer i *Viscophyllum pliocaenicum* (Engelhardt) Mädler.

1. *Abies sclereidea* Mädler

Szpilki *A. sclereidea* znane były dotychczas z dwóch stanowisk: z Klärbecken koło Frankfurtu nad Menem, skąd opisał je K. Mädler (1939), oraz z Wilershausen, gdzie znalazł je A. Strauss (1952).

Stanowisko *A. sclereidea* w Starych Gliwicach jest zatem trzecim w Europie.

Szpilki *A. sclereidea* posiadają równowąską nasadę, na końcu nierozszerzoną. Na szczycie są one zaokrąglone lub lekko wcięte. W przestworach międzykomórkowych miękiszu mają liczne, duże i rozgałęzione sklereidy. Na brzegu szpilki biegnie wąski kanał żywiczny, w nim znajdują się popękane w procesie fossylizacji wałeczki żywicy.

2. *Ginkgo adiantoides* (Ung.) Heer

W Starych Gliwicach znaleziono kilka odłamków liści z zachowanym brzegiem. Na fragmentach tych widać równolegle ułożone nerwy, między nimi zaś położone są wrzecionowate zbiorniki wydzielnicze, ciemne od sfossylizowanej, znajdującej się w ich wnętrzu żywicy. Komórki skórki górnej powierzchni liścia są faliste, dolnej powierzchni liścia proste lub lekko faliste. Na skórce poza aparatami szparkowymi brak brodawkowatych wyrostków. Różnice między wymarłym gatunkiem *G. adiantoides* a niewątpliwie blisko z nimi spokrewnionym *G. biloba* leżą przede wszystkim w budowie skórki.

3. *Viscophyllum pliocaenicum* (Engelhardt) Mädler

W Europie z osadów plioceńskich i mioceńskich opisano kilka gatunków rodzaju *Viscophyllum*. Najczęściej podawano je z kopalń węgla brunatnego w Niemczech. Różnice między poszczególnymi gatunkami tego rodzaju są często nieznaczne i dotyczą przeważnie morfologii liści oraz budowy skórki.

Viscophyllum pliocaenicum opisał z pliocenu we Frankfurcie nad Menem K. Mädler (1939). Do tego gatunku zaliczył on również szczątki, które opisał Engelhardt (1908) pod nazwą *Potamogeton pliocaenicum*.

Budowa skórki *Viscophyllum* ze Starych Gliwic odpowiada budowie skórki *Viscophyllum pliocaenicum* (Engelhardt) Mädler. Komórki są tu ułożone wszakże bardziej regularnie, co wskazuje na to, że mamy do czynienia z gałązką. Wyrostki na górnej powierzchni skórki stoją na okazie z Gliwic często również na ścianach sąsiadujących z sobą komórek.

W skórce znaleziono kilka „szparek", otoczonych wieńcowato przez sześć do dziewięciu komórek. Ich natura i ewentualne znaczenie systematyczne wymaga dalszych badań.

Instytut Botaniczny PAN
w Krakowie

(Wpłynęło dn. 24.III.1956 r.)

SUMMARY

In the Tortonian flora from Stare Gliwice in Upper Silesia three species of fossil plants have been identified as new to the Miocene of Poland. These are: *Abies sclereidea* Mädler, *Ginkgo adiantoides* (Ung.) Heer, and *Viscophyllum pliocaenicum* (Engelhardt) Mädler.

1. *Abies sclereidea* Mädler

The needles of *A. sclereidea* have been hitherto known from two localities only: Klärbecken near Frankfurt on the Maine recorded by K. Mädler (1939), and from Willershausen where they were found by A. Strauss (1952).

Thus, the locality of *A. sclereidea* at Stare Gliwice is the third one known in Europe.

The needles of *A. sclereidea* have a base of uniform width not broadened at the end. They are rounded or slightly incised at apex. In the intercellular space of the parenchyma there are numerous, large and ramified scleroids. Along the margin of the needle there runs a narrow resin canal in which little rolls of resin are contained, split in consequence of fossilization.

2. *Ginkgo adiantoides* (Ung.) Heer

Several fragments of leaves with margin preserved have been found at Stare Gliwice. In the fragments nerves arranged parallelly are visible between which fusiform secretion receptacles are found; these are stained dark with the fossilized resin contained in them. The cells of the epidermis on the upper surface of leaves are undulated, those of the lower part are smouth or slightly undulated. Besides the stomata the epidermis is devoided of warty outgrowths. The difference between the extinct species *G. adiantoides* and *G. biloba* which undoubtedly is closely related with the former lies first of all in the structure of the epidermis.

3. *Viscophyllum pliocaenicum* (Engelhardt) Mädler

In Europe a number of species of the genus *Viscophyllum* have been described from the Pliocene and Miocene deposits. They have been reported most often from brown-coal mines in Germany. There are but slight differences between the particular species of this genus concerning chiefly the morphology of leaves and the structure of the epidermis.

Viscophyllum pliocaenicum from Frankfurt on the Maine was described by K. Mädler (1939). He included in this species also the fossil

remains described by E n g e l h a r d t (1908) under the name *Potamogeton pliocaenicum.*

The structure of the epidermis of *Viscophyllum* from Stare Gliwice corresponds to that of *Viscophyllum pliocaenicum* (E n g e l h a r d t) M ä d l e r. However, in the latter the cells are arranged more regularly, which points to the fact that we have to deal here with a twig. The outgrowths on the upper surface of the epidermis of the specimen from Gliwice are often found also on the walls of the adjacent cells.

In the epidermis several „stomata" were found surrounded by six to nine cells. Their nature and systematic importance requires further investigations.

LITERATURA

F l o r i n R., 1936, Die fossilen Ginkgophyten von Franz-Joseph-Land II, Palaeontographica 82 B.

H e e r O., 1873, Miozäne Flora der Insel Sachalin, Mem. Acad. Imp. Sci. St. Petersbourg, Ser. 25. 7.

K i n k e l i n F., 1908, Engelhardt & Kinkelin, Oberpliozäne Flora und Fauna des Untermeintales, insbesondere des Frankfurter Klärbeckens, Abh. Senckenberg. naturf. Ges. 29.

K n o l l F., 1904, *„Potamogeton Morloti"* Unger, eine tetriäre Loranthacee Österr. Bot. Zeitschr.

K r a c h W., 1954, Nowy profil i fauna miocenu z Gliwic Starych na Górnym Śląsku Państw. Inst. Geol., Biul. 71. Warszawa.

M ä d l e r K., 1939, Die pliozäne Flora von Frankfurt a. M., Abh. Senckenb. Naturf. Ges. Frankfurt a. M.

R e t t s c h l a g R., 1953, *Viscophyllum Miquelli* f. *parvula* n. f. aus Kohle des Unterflözes der Niderlausitz, Zeitschr. Geol. Bd. 3 (3). Berlin.

S t r a u s s A., 1952, Beiträge zur Pliozänflora von Willershausen III, Palaeontographica, 93 B.

U n g e r F., 1854, Synopsis Plantarum Fossilium, Lipsiae.

W e y l a n d H., 1948, Beiträge zur Kenntnis der Rheinischen Tetriärflora VII, Palaeontographica, 88 B., Stuttgart.

Objaśnienia do tabl. I, II i III

Explanation of the plates

TABLICA I — PLATE I

Abies sclereidea Mädler

1. Szczytowa część szpilki; pow. 16 ×. Widoczna skórka z górnej powierzchni.
2. Skórka górnej powierzchni szpilki; pow. 150 ×.
3. Skórka górnej powierzchni szpilki wraz z jej nasadą; pow. 16 ×.
4. Część szpilki z nasadą; pow. 16 ×. Na brzegu widoczny kanał żywiczny.
5. Kanał żywiczny; pow. 100 ×.

6, 7, 8, 9. Różne kształty sklereidów; pow. 200 ×.
(przeciętna wielkość naturalna 250 u.)

1. Apical part of needle; enlarged × 16. Epiderm of upper surface visible.
2. Epidermis of upper surface of needle; enlarged × 150.
3. Epidermis of upper surface of needle with its base; enlarged × 16.
4. Part of needle with base; enlarged × 16. Resin canal visible on margin.
5. Resin canal; enlarged × 100.
6. 7, 8, 9. Various shapes of scleroids; enlarged × 200. (Average natural size 250 μ).

TABLICA II — PLATE II

Ginkgo adiantoides (Ung.) Heer.

1. Część brzeżna liścia; pow. 15 ×. Widoczne równoległe nerwy, między nimi ciemne zbiorniki żywiczne.
2. Część liścia; pow. 15 ×. Widać widełkowate rozgałęziające się nerwy. Między nerwami na skórce nieregularnie rozmieszczone szparki.
3. Skórka z brzegu dolnej powierzchni liścia; pow. 210 ×.
4. Skórka z górnej powierzchni liścia; pow. 210 ×.
5. Skórka z dolnej powierzchni liścia z dwoma szparkami; pow. 100 ×.
6. Skórka z dolnej powierzchni liścia z nad nerwu; pow. 250 ×.

1. Marginal part of leaf; enlarged × 15. Parallel nerves are visible with dark resin receptacles among them.
2. Part of leaf; enlarged × 15. Nerves forked, among which stomata irregularly located on epiderm are visible.
3. Epidermis of margin of lower surface of leaf; enlarged × 210.
4. Epidermis of upper surface of leaf; enlarged × 210.
5. Epidermis of lower surface of leaf with two stomata; enlarged × 100.
6. Epidermis of lower surface of leaf from above the nerve: enlarged × 250.

TABLICA III — PLATE III

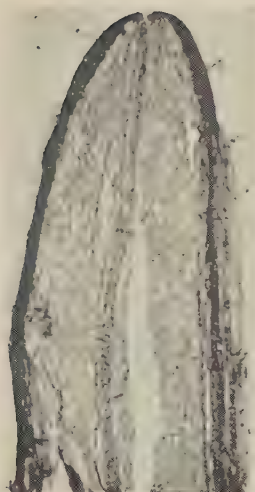
Viscophyllum pliocaenicum (Engelhardt) Mädler.

Skórka z gałązki:

1. Szparka na prawo, na lewo otwór wydzielniczy (?); pow. 216 ×.
2. Regularne ułożenie komórek skórki; pow. 50 ×.
3. To samo w pow. 100 ×.
4. Mniej regularnie ułożone komórki skórki. Wyrostki na skórce stoją często nad ścianami sąsiadujących z sobą komórek; pow. 100 ×.

Epiderm of twig:

1. Right: stoma. Left: secretion opening (?); enlarged × 216.
2. Regular arrangement of epidermal cells; enlarged × 50.
3. The same, enlarged × 100.
4. Epidermal cells arranged less regularly. Outgrowth on epidermis often stand over walls of adjacent cells; enlarged × 100.

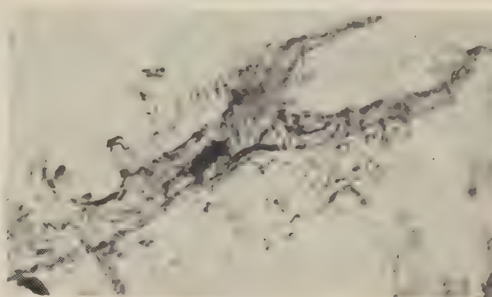

1

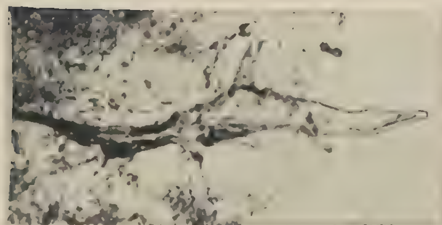

2

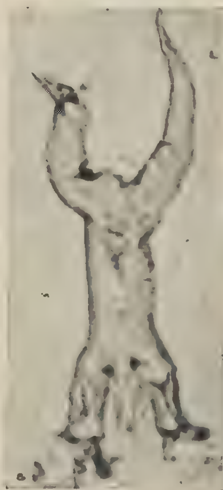

5

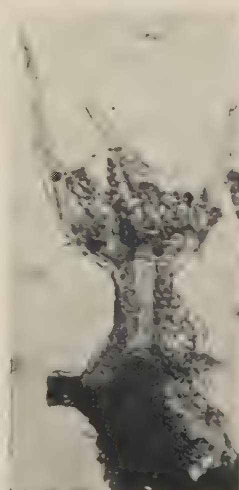

3


4


6


7


8


9

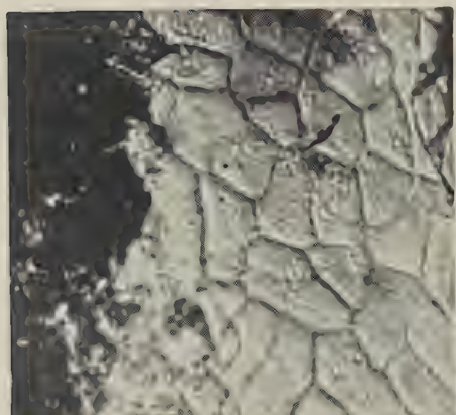
TABLICA II



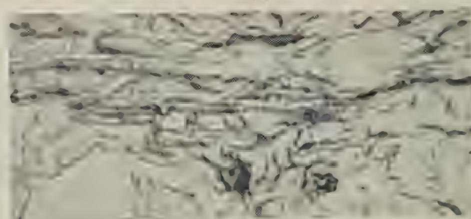
1



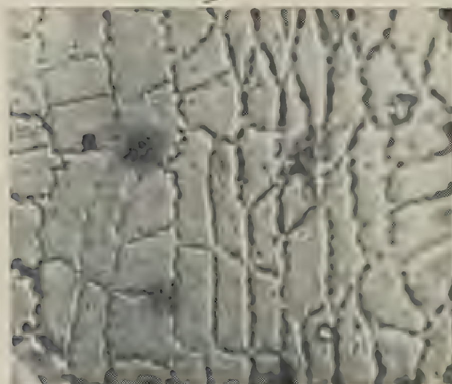
2



3



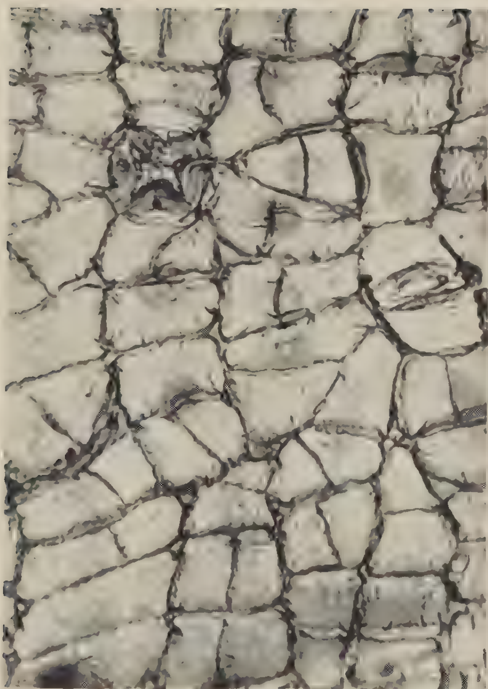
5



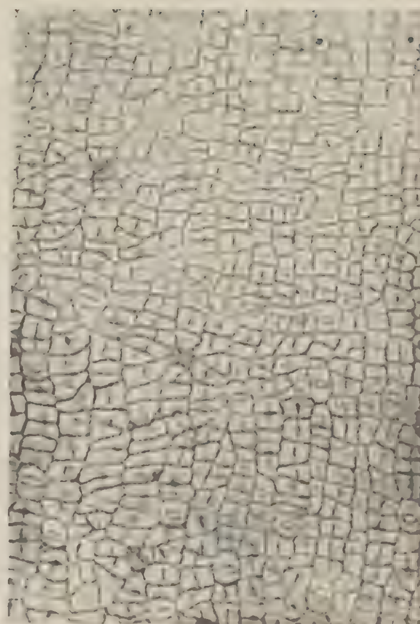
4



6



1



2



4



3

UWAGI DLA AUTORÓW

Redakcja przyjmuje tylko pierwsze maszynopisy (a nie kopie). Objętość nadesłanych prac nie powinna w zasadzie przekraczać 1 arkusza druku; umieszczanie większych prac wymaga poprzedniego omówienia z redaktorem. Materiał ilustracyjny w postaci rysunków w tekście lub tablic umieszczanych poza tekstem należy ograniczać do niezbędnego minimum. Rysunki muszą być dokładnie oznaczone, lecz nie numerowane na samej ilustracji. Poszczególne rysunki w tablicach winny być oznaczane raczej literami niż cyframi. Podpisy do rysunków i tabel winny być napisane na maszynie oddzielnie, gdyż gdzie indziej sporządzane są klisze a gdzie indziej składane są objaśnienia do nich. Materiał tabelaryczny nie może zajmować więcej niż 1/4 całego tekstu.

Prace przyjmowane są w języku polskim, angielskim, niemieckim, francuskim i rosyjskim z tym, iż prace w języku polskim muszą posiadać tytuł obcojęzyczny oraz streszczenie i ewentualnie objaśnienia rysunków w tym samym języku. W każdym maszynopisie winno być umieszczone na końcu streszczenie ważniejszych wyników pracy. Wszystkie cytaty z literatury w tekście winny zawierać nazwisko autora oraz pierwsze litery imion wraz z datą publikacji. Spis literatury cytowanej w tekście winien być umieszczony na końcu pracy pt. „Literatura", w którym umieszczeni są autorowie alfabetycznie, a prace danego autora chronologicznie. Po nazwisku i pierwszych literach imion autora winna znajdować się data publikacji, następnie tytuł (który może być opuszczony), dalej skrót nazwy czasopisma, według reguł przyjętych w „World list of scientific periodicals" Oxford University Press 1925, następnie należy podać numer tomu i pierwszą i ostatnią liczbę stronic, oznaczoną literami arabskimi. W przypadku wydawnictwa książkowego a nie periodycznego, należy podać liczbę stronic, miejsce i datę publikacji oraz nazwisko wydawcy. Np.:

Bridges C. B., 1938. A revised map of the salivary gland X chromosome. Journ. Hered. 29: 11—13.

Hobgen L., 1933. Nature and Nurture. 144. pp. New York W. W. Norton and Co Inc.

Odnośniki w tekście powinny być w miarę możliwości unikane (zwykle mogą być umieszczane w tekście w nawiasach, w miejscu do którego się odnoszą). O ile są konieczne, powinny być oznaczane gwiazdkami, krzyżykami itp., aby nie myliły się z cyframi w tablicach.

Korekty w ilości dwóch będą wysyłane autorom; w tym celu należy wraz z maszynopisem podać dokładny adres i podawać następnie ewentualne zmiany adresu. Korekty muszą być zwracane szybko, bez większych zmian w tekście. Acta Soc. Bot. Pol. dają autorom 25 bezpłatnych odbitek bez okładek (a 75 po cenie kosztów).

Rękopisy należy przesyłać do redaktorów: prof. K. Bassalika (Warszawa, Krakowskie Przedmieście 26/28) lub doc. W. Gajewskiego (Warszawa, al. Ujazdowskie 4), wszelką zaś korespondencję w sprawach wydawniczych do Redakcji (Warszawa, al. Ujazdowskie 4).

Cena zł 23.–